



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

П Р И К А З

02.02.2024

№ 939/1

Об утверждении учебно-методической документации основной образовательной программы высшего образования бакалавриата по направлению 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Искусственный интеллект и наука о данных» (шифр СВ.5212.2024)

В рамках реализации гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «искусственный интеллект», а также на повышение квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта (шифр конкурса – 2021-ИИ-01), соглашение № 075-15-2021-1038 от 29.09.2021, в соответствии с приказом первого проректора по учебно-методической работе от 31.07.2018 № 7721/1 «О новой редакции Положения о календарных графиках образовательной деятельности Санкт-Петербургского государственного университета» (с последующими изменениями и дополнениями)

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить учебно-методическую документацию основной образовательной программы высшего образования бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) «Искусственный интеллект и наука о данных» (шифр СВ.5212.2024):

- 1.1. компетентностно-ориентированный учебный план основной образовательной программы высшего образования (Приложение № 1);
- 1.2. календарный учебный график основной образовательной программы высшего образования (Приложение № 2);
- 1.3. программа государственной итоговой аттестации (Приложение № 3)
- 1.4. рабочие программы учебных дисциплин и практик (Приложение № 4);
- 1.5. общая характеристика основной образовательной программы высшего образования (Приложение № 5).

2. За разъяснением содержания настоящего приказа обращаться посредством сервиса Виртуальная приемная на сайте СПбГУ к проректору по учебно-методической работе.

3. Предложения по изменению и/или дополнению настоящего приказа направлять на адрес электронной почты org@spbu.ru.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Основание: заседание учебно-методической комиссии по УГСН 09.00.00
Информатика и вычислительная техника от 25.01.2024 № 05/2.1/09-03-1.

И.о. ректора



Е. Г. Чернова

30.01.2024

Приложение № 1

УТВЕРЖДЕН

приказом

от 02.02.2024 № 939/1

Санкт-Петербургский государственный университет
КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

основной образовательной программы высшего образования

Искусственный интеллект и наука о данных

Artificial Intelligence and Data Science

по уровню *бакалавриат*

по направлению (специальности) *09.03.03 Прикладная информатика*

Форма обучения:

очная

Язык(и) обучения:

русский, английский

Срок обучения по основной образовательной программе

4 года

Образовательная программа реализуется в соответствии с образовательным стандартом
 по уровню высшего образования,
 установленным Санкт-Петербургским государственным университетом самостоятельно.

Регистрационный номер
 учебного плана

24/5212/1

Санкт-Петербург

Раздел 1. Формируемые компетенции

1.1. Компетенции, формируемые в результате освоения основной образовательной программы

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-10	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности
УКБ-1	Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
УКБ-2	Способен устанавливать и поддерживать взаимоотношения в социальной и профессиональной сфере, исходя из нетерпимости к коррупционному поведению и проявлениям экстремизма
УКБ-3	Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности
УКБ-4	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
ОПК-7	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
ОПК-8	Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла
ОПК-9	Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп
ПКП-8-ИИР-ПК-7	Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта
ПКП-6-ИИР-ПК-5	Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
ПКП-9-ИИР-ПК-8	Способен разрабатывать системы анализа больших данных
ПКП-5-ИИР-ПК-4	Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
ПКП-7-ИИР-ПК-6	Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
ПКА-1-ИИ-УК-1	Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
ПКП-1-ИИР-ОПК-1	Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-2-ИИР-ОПК-2	Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
ПКП-3-ИИР-ПК-1	Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
ПКП-4-ИИР-ПК-2	Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта

[illegible]

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов		
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки 1 Russian as a Foreign Language	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	18	30	0	0	0	108	
ТРАЕКТОРИЯ 2 (РКИ)																				
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки2 Russian as a Foreign Language	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	48	0	0	0	0	108	
Вариативная часть периода обучения																				
Не предусмотрено																				
Факультативные занятия																				
-	от 1 до 9	УК-4	Дисциплины по выбору: Китайский язык (онлайн-курс). Семестр 1 Chinese Language (Online Course). Semestr 1 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	зачёты: от 1 до 7																
				экзамены: не предусмотрены																
				зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
				зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0	
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0	
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0	

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 1 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
С02. Семестр 2																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.1. дисц	5	ОПК-1	[003572] Математический анализ Mathematical Analysis	зачёт, экзамен	45	0	2	45	0	0	0	0	4	0	0	52	0	32	30
Блок.1. дисц	1	ОПК-9, ПКА-1-ИИ-УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1, УКБ-3	[074165] Технологии деловых коммуникаций Business Communication Technologies	зачёт	16	0	0	14	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2	10
Блок.1. дисц	3	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ОПК-7, УК-1, УКБ-3	[073574] Программирование C++ C++ Programming	зачёт	16	0	0	16	0	0	0	0	2	0	0	46	0	28	16
Блок.1.	2	ОПК-1	[003565] Алгебра	зачёт	15	0	0	15	0	0	0	0	2	0	0	30	0	10	10

Код Блока	Трудоемкость, зачетных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) формы промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объем занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
дисц			Algebra																
Блок 1. дисц	4	ОПК-1, ОПК-2	[003578] Дискретная математика Discrete Mathematics	экзамен	32	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	64	0	28	20
Блок 1. дисц	4	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ОПК-7, УК-1, УКБ-3	[074169] Основы баз данных Fundamentals of Databases	экзамен	30	0	2	60	0	0	0	0	2	0	0	26	0	24	50
Блок 1. дисц	1	УК-7	[900000] Физическая культура и спорт (дополн), осн тр Physical Training and Sport	текущий контроль	0	0	0	34	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20
			[900000] Физическая культура и спорт (оздор), осн тр Physical Training and Sport		0	0	0	34	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20
			[900000] Физическая культура и спорт (основной), осн тр Physical Training and Sport		0	0	0	34	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20
			[900000] Физическая культура и спорт (прог эл обуч), осн тр Physical Training and Sport		0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	20
			[900000] Физическая культура и спорт (спорт), осн тр Physical Training and Sport		0	0	0	34	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20
Блок 1. дисц	5	ОПК-1	[002213] Геометрия и топология Geometry and Topology	зачёт, экзамен	32	0	2	30	0	0	0	0	4	0	0	73	0	39	20
Блок 1. дисц	3	ОПК-6, ОПК-7, УК-1, УКБ-3	[073580] Алгоритмы и структуры данных Algorithms and Data Structures	зачёт	30	0	0	16	0	0	0	0	2	0	0	50	0	10	20
Блок(и) дисциплин																			
Блок дисциплин Иностранный язык																			

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Chinese Language (Online Course). Semesnr 2 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 2 сем	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)																
Блок.1. дисц	1	УК-6, УКБ-2	[067164] Университетская жизнь. Основы корпоративной этики (онлайн-курс) University. Intro to Corporate Ethics (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	0	0
2 год обучения																			
С03. Семестр 3																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.1. дисц	1	УК-4	[060008] Язык эффективной коммуникации (онлайн-курс) Language of Effective Communication (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	0	0
Блок.1. дисц	4	ОПК-1	[003572] Математический анализ Mathematical Analysis	зачёт, экзамен	45	0	2	30	0	0	0	0	4	0	0	40	0	23	20
Блок.1. дисц	4	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, УК-1, УКБ-3	[074233] Программирование на Python Python Programming	зачёт	0	16	0	60	0	0	0	0	2	0	0	56	0	10	30
Блок.1. дисц	4	ОПК-1	[074231] Вычислительная математика Computational Mathematics	экзамен	30	0	2	16	14	0	0	0	2	0	0	59	0	21	30
Блок.1. дисц	4	ОПК-1	[074885] Теория вероятностей и математическая статистика Probability Theory and Mathematical Statistics	зачёт	32	0	0	26	0	4	0	0	2	0	0	56	0	24	30
Блок.1. дисц	2	УК-5	[073267] История России History of Russia	зачёт	44	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	22	0	0	0
Блок.1. дисц	0	УК-7	[900000] Физическая культура и спорт (дополн), осн тр Physical Training and Sport	текущий контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	100	2	0	20

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
Блок.1. дисц	3	УК-4	[700000] Английский язык (общ курс), 2 (A2 – B2) English	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	48	0	0	0	0	108
Английский язык. Траектория 3 (B1-B2)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[700000] Английский язык (общ курс), 3 (B1 – B2) English	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	48	0	0	0	0	108
Английский язык. Траектория 4 (B2-B2+)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[700000] Английский язык (общ курс), 4 (B2-B2+) English	зачёт	0	0	0	30	0	0	0	0	2	76	0	0	0	0	108
ТРАЕКТОРИЯ 1 (РКИ)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки 1 Russian as a Foreign Language	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	18	30	0	0	0	108
ТРАЕКТОРИЯ 2 (РКИ)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки2 Russian as a Foreign Language	зачёт	0	0	0	58	0	0	0	0	2	48	0	0	0	0	108
Вариативная часть периода обучения																			
Не предусмотрено																			
Факультативные занятия																			
-	от 1 до 9	УК-4	Дисциплины по выбору: Китайский язык (онлайн-курс). Семестр 3 Chinese Language (Online Course). Semestr 3 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	зачёты: от 1 до 7															
				экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 3 сем	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0

[illegible]

Код Блока	Трудоемкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
Блок.2. прки	3	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1, УКБ-3	[074234] Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)) Practical Training (Research Project (Introductory Research Project Skills Training))	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	60	30	10	0	6	10
Блок.1. дисц	2	ОПК-1, ОПК-2	[074887] Статистический анализ данных Statistical Data Analysis	зачёт	0	30	0	0	0	0	0	0	2	0	0	32	0	8	28
Блок.1. дисц	4	ОПК-1	[074885] Теория вероятностей и математическая статистика Probability Theory and Mathematical Statistics	зачёт, экзамен	30	0	2	10	0	4	0	0	4	0	0	45	0	49	20
Блок.1. дисц	3	ОПК-1, ОПК-3, ПКА-1-ИИ-УК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2	[074235] Введение в теорию искусственного интеллекта Introduction to Artificial Intelligence Theory	экзамен	30	18	2	0	0	0	0	0	2	0	0	36	0	20	18
Блок.1. дисц	5	ОПК-1	[003613] Дифференциальные и разностные уравнения Differential and Difference Equations	экзамен	60	0	2	30	0	0	0	0	2	0	0	50	0	36	20
Блок.1. дисц	2	УК-5	[073267] История России History of Russia	зачёт	60	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	0
Блок.1. дисц	3	ОПК-1	[003620] Математическая логика Mathematical Logic	экзамен	30	0	2	15	0	0	0	0	2	0	0	38	0	21	10
Блок.1. дисц	0	УК-7	[900000] Физическая культура и спорт (дополн), осн тр Physical Training and Sport	аттестационное испытание	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	98	4	0	20
			[900000] Физическая культура и спорт (оздор), осн тр Physical Training and Sport		0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	98	4	0	20	

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
Блок.1. дисц	3	УК-4	[700000] Английский язык (общ курс), 4 (B2-B2+) English	зачёт	0	0	0	28	0	0	0	0	10	70	0	0	0	0	108
ТРАЕКТОРИЯ 1 (РКИ)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки 1 Russian as a Foreign Language	экзамен	0	0	2	56	0	0	0	0	10	10	30	0	0	0	108
ТРАЕКТОРИЯ 2 (РКИ)																			
Блок.1. дисц	3	УК-4	[800000] Русский язык как иностранный (общ курс), рки2 Russian as a Foreign Language	экзамен	0	0	2	50	0	0	0	0	10	46	0	0	0	0	108
Вариативная часть периода обучения																			
Не предусмотрено																			
Факультативные занятия																			
Блок.1. дисц	1	УК-3, УК-4, УК- 6	[067328] Основы делового общения (онлайн-курс) Fundamentals of Business Communication (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	0	0
-	от 1 до 9	УК-4	Дисциплины по выбору: Китайский язык (онлайн-курс). Семестр 4 Chinese Language (Online Course). Semestr 4 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	зачёты: от 1 до 7 экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)																
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 4 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
3 год обучения																			
С05. Семестр 5																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.1.	7	ПКП-5-ИИР-	[074302] Машинное обучение	экзамен	60	44	2	54	0	0	0	0	2	0	0	80	0	10	10

Код Блока	Трудоемкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
дисц		ПК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-1- ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2, УК- 1, УКБ-3	Machine Learning																
Блок 2. .прки	4	ПКП-8-ИИР- ПК-7, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-9, ПКА-1- ИИ-УК-1, ПКП- 1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2, УК- 1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1, УКБ-3	[074311] Учебная практика (проектно- технологическая) Educational Practice (Design and Technology)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	30	40	72	0	0	10
Блок 1. дисц	4	ОПК-1, ОПК-7	[074307] Методы параллельного программирования Parallel Programming Methods	экзамен	30	0	2	30	0	0	0	0	2	0	0	70	0	10	20
Блок 1. дисц	4	УК-8	[073519] Безопасность жизнедеятельности Life Safety	аттестационное испытание, зачёт	26	0	10	34	0	0	0	0	6	0	8	58	0	2	0
Блок 1.	3	ПКП-8-ИИР-	[074330] Методы и технологии искусственного	экзамен	34	0	2	32	0	0	0	0	2	0	0	28	0	10	10

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 5 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
С06. Семестр 6																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.1. дисц	3	ПКП-6-ИИР- ПК-5, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ОПК-2, ПКП-1- ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2	[074331] Алгоритмы обработки изображений Image Processing Algorithms	экзамен	16	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	44	0	28	10
Блок.2. .прки	5	ПКП-8-ИИР- ПК-7, ПКП-6- ИИР-ПК-5, ПКП-9-ИИР- ПК-8, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР- ПК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-9, ПКП-1-ИИР- ОПК-1, ПКП-3- ИИР-ПК-1, ПКП-4-ИИР- ПК-2, УК-1, УК- 2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1,	[074336] Производственная практика (проектно- технологическая) Internship (Project and Technological)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	168	0	10	10

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		УКБ-3																	
Блок.1. дисц	1	УК-2, УК-9, УКБ-1	[062762] Основы финансовой грамотности (онлайн-курс) The Basics of Financial Literacy (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	0	0
Блок.1. дисц	3	ПКП-6-ИИР- ПК-5, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ОПК-2, ПКП-1- ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2	[074326] Анализ естественного языка Natural Language Processing	экзамен	16	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	44	0	28	10
Блок.1. дисц	3	ПКП-6-ИИР- ПК-5, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ОПК-2, ПКП-1- ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2	[076538] Байесовские методы Bayesian Methods	зачёт	30	0	0	14	0	0	0	0	2	0	14	38	0	10	10
Блок.1. дисц	5	ПКП-6-ИИР- ПК-5, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР- ПК-6, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-1-ИИР- ОПК-1, ПКП-3- ИИР-ПК-1,	[074334] Нейронные сети Neural Networks	экзамен	30	18	2	32	0	0	0	0	2	10	0	76	0	10	20

[illegible]

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Chinese Language (Online Course). Semestr 6 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 6 сем	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)																
4 год обучения																			
С07. Семестр 7																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.1. дисц	2	ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8, ОПК-9, ПКА-1-ИИ-УК-1, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2, УК-1, УК-2, УК-3, УКБ-1, УКБ-3	[003693] Управление программными проектами Software Project Management	зачёт	15	0	0	0	0	0	0	0	2	15	0	33	0	7	10
Блок.2. .прки	8	ПКП-8-ИИР-ПК-7, ПКП-6-ИИР-ПК-5, ПКП-9-ИИР-ПК-8, ПКП-5-ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР-ПК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-9, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2,	[074344] Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа) Internship 1 (Research Project)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	60	0	219	0	7	50

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		ПКП-4-ИИР- ПК-2, УК-1, УК- 2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1, УКБ-3																	
Блок.1. дисц	2	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ПКА-1- ИИ-УК-1, ПКП- 1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, УК-1, УК- 4	[074345] Научный семинар Scientific Seminar	зачёт	0	16	0	0	0	0	0	0	2	0	0	48	0	6	10
Блок.1. дисц	2	УК-1, УК-5	[058037] Философия (онлайн-курс) Philosophy (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	60	0	0	0
Блок.1. дисц	5	ПКП-9-ИИР- ПК-8, ПКП-5- ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР- ПК-6, ПКП-6- ИИР-ПК-5, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-1- ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2, УК- 1, УКБ-3	[076539] LLM-модели: технологии и кейсы LLM Models: Technologies and Cases	экзамен	34	24	2	28	0	0	0	0	2	20	0	62	0	8	10
Блок.1. дисц	3	ПКП-8-ИИР- ПК-7, ОПК-2,	[074343] Прикладные задачи машинного обучения	экзамен	18	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	62	0	8	10

Код Блока	Трудоемкость, зачетных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объем занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		ОПК-3, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2, ПКП-3-ИИР-ПК-1	Applied Machine Learning Problems																
Блок.1. дисц	3	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-7, ПКА-1-ИИ-УК-1, ПКП-1-ИИР-ОПК-1	[074347] Экономико-правовые вопросы программного обеспечения и искусственного интеллекта Economic and Legal Issues of Software and Artificial Intelligence	зачёт	12	22	0	0	0	0	0	0	2	0	0	64	0	8	10
Блок.1. дисц	3	ПКП-9-ИИР-ПК-8, ПКП-5-ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР-ПК-6, ПКП-6-ИИР-ПК-5, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР-ПК-1, ПКП-4-ИИР-ПК-2, УК-1, УКБ-3	[074348] Алгоритмы для больших данных Algorithms for Big Data	экзамен	12	0	2	14	0	0	0	0	2	0	0	60	0	18	10
Вариативная часть периода обучения																			
Блок.1. дисц	2	ПКП-6-ИИР-ПК-5, ПКП-5-ИИР-ПК-4,	[074350] Интернет вещей Internet of Things	экзамен	16	0	2	14	0	0	0	0	2	0	0	30	0	8	10
			[074349] Искусственный интеллект в медицине		16	0	2	14	0	0	0	0	2	0	0	30	0	8	10

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		ОПК-1, ОПК-3, ОПК-7, ПКА-1- ИИ-УК-1, ПКП- 1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, ПКП-4- ИИР-ПК-2, УК- 1, УКБ-1, УКБ-3	Artificial Intelligence in Medicine																
Факультативные занятия																			
-	от 1 до 9	УК-4	Дисциплины по выбору: Китайский язык (онлайн-курс). Семестр 7 Chinese Language (Online Course). Semestr 7 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	зачёты: от 1 до 7 экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)																
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 7 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
Блок.1. дисц	1	УКБ-3	[066714] Право интеллектуальной собственности в цифровую эпоху (онлайн-курс) Intellectual Property Law in Digital Age (Online Course)	зачёт	0	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	0	0
C08. Семестр 8																			
Базовая часть периода обучения																			
Блок.2. .при	5	ПКП-8-ИИР-ПК-7, ПКП-6-ИИР-ПК-5, ПКП-9-ИИР-ПК-8, ПКП-5-ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР-ПК-6, ОПК-1,	[074358] Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа) Field Trip 2 (Research Work)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	52	0	126	0	0	50

Код Блока	Трудоемкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-9, ПКА-1-ИИ-УК- 1, ПКП-1-ИИР- ОПК-1, ПКП-3- ИИР-ПК-1, ПКП-4-ИИР- ПК-2, УК-1, УК- 2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-3																	
Блок.1. дисц	3	ОПК-2, ОПК-3, ПКА-1-ИИ-УК-1	[074353] Информационная безопасность и искусственный интеллект Information Security and Artificial Intelligence	зачёт	60	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0	36	10
Блок.1. дисц	3	ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ПКА-1- ИИ-УК-1, ПКП- 1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР- ПК-1, УК-1, УК- 4	[074345] Научный семинар Scientific Seminar	зачёт	0	16	0	0	0	0	0	0	2	20	0	10	0	60	10
Блок.1. дисц	2	ОПК-9, ПКА-1- ИИ-УК-1, УК-5	[074355] Этико-правовые вопросы искусственного интеллекта Ethical and Legal Issues of Artificial Intelligence	зачёт	16	14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	32	0	8	10
Блок.1. дисц	2	ОПК-4, ПКП-2- ИИР-ОПК-2, УК-1, УК-4	[074352] Правила разработки документации Specification of Documentation Development	зачёт	0	30	0	0	0	0	0	0	2	0	0	26	0	14	10
Блок.1. дисц	3	ПКП-9-ИИР- ПК-8, ОПК-2,	[074356] Проектирование систем искусственного интеллекта	зачёт	16	0	0	14	0	0	0	0	2	0	0	66	0	10	10

Код Блока	Трудоемкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
		ОПК-3, ОПК-6, ОПК-8, ПКП-2- ИИР-ОПК-2, УК-1, УК-2, УКБ-3	Artificial Intelligence System Design																
Вариативная часть периода обучения																			
Блок 1. дисц	3	ОПК-9, ПКА-1- ИИ-УК-1, ПКП- 1-ИИР-ОПК-1, УК-1, УК-4, УКБ-3	[074362] Soft Skills в профессиональной деятельности Soft skills in Professional Activity	экзамен	20	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	60	0	8	10
			[074360] Социология в IT Sociology in IT		20	0	2	16	0	0	0	0	2	0	0	60	0	8	10
Факультативные занятия																			
-	от 1 до 9	УК-4	Дисциплины по выбору: Китайский язык (онлайн-курс). Семестр 8 Chinese Language (Online Course). Semestr 8 (выбрать от 1 до 7 дисц.)	зачёты: от 1 до 7															
				экзамены: не предусмотрены															
	2		[076220] Китайский язык для начинающих. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language for Beginners. Part 1 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	2		[076221] Китайский язык для начинающих. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language for Beginners. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	70	0	0	0
	1		[076222] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 1 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 1 (Online	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Код компетенции	Наименование дисциплины (модуля), практики, формы научно-исследовательской работы	Виды текущего контроля успеваемости и (или) форма промежуточной аттестации	Аудиторная работа обучающихся, часов								Самостоятельная работа, часов					Объём занятий в активных и интерактивных формах, часов	
					Лекции	Семинары	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	Коллоквиумы	Текущий контроль	Промежуточная аттестация	Под руководством преподавателя	В присутствии преподавателя	В т.ч. с использованием учебно-методич. материалов	Текущий контроль		Промежуточная аттестация
			Course)																
	1		[076223] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 2 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 2 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076224] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 3 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 3 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076225] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 4 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 4 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0
	1		[076226] Китайский язык: пять шагов к успеху. Часть 5 (онлайн-курс) (онлайн), тр 8 сем Chinese Language: 5 Steps to Success. Part 5 (Online Course)	зачёт	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	34	0	0	0

Раздел 3. Структура и форма итоговой аттестации

Код Блока	Трудоёмкость, зачётных единиц	Форма и наименование процедуры итоговой аттестации	Перечень кодов компетенций, проверяемых при проведении итоговой аттестации
И. Итоговая аттестация			
Базовая часть итоговой аттестации			

Блок 3.г на	9	Защита выпускной квалификационной работы Qualification Research Paper Defense	ПКП-8-ИИР-ПК-7, ПКП-9-ИИР-ПК-8, ПКП-5-ИИР-ПК-4, ПКП-7-ИИР-ПК-6, ПКП-6-ИИР-ПК-5, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ОПК-8, ОПК-9, ПКА-1-ИИ-УК-1, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2, ПКП-3-ИИР-ПК-1, ПКП-4-ИИР-ПК-2
Вариативная часть итоговой аттестации			
Не предусмотрено			

Раздел 4. Дополнительная информация

Сопоставление объемов блоков структуры образовательной программы с содержанием действующих федеральных государственных образовательных стандартов

Структура образовательной программы		Объем программы и ее блоков в з.е.	
		Учебный план образовательной программы СПбГУ	ФГОС (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 № 922)
Блок 1	Дисциплины (модули)	202	не менее 160
Блок 2	Практика	29	не менее 20
Блок 3	Государственная итоговая аттестация	9	6-9
Объем программы		240	240

Приложение № 2

УТВЕРЖДЕН

приказом

от 02.02.2024 № 939/1

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

основной образовательной программы высшего образования «Искусственный интеллект и наука о данных» / «Artificial Intelligence and Data Science»

по уровню бакалавриат,

по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»,
шифр образовательной программы СВ.5212.***1 курс (2024/2025 учебный год)**

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику							
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Промежуточная аттестация	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Итоговая аттестация	7. Внеучебные занятия	8. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа						Мероприятия по организации занятий. Входное тестирование	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
17	23 декабря	29 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
18-19	30 декабря	08 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					
20-22	09 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					

23-24	30 января	10 февраля								Каникулярное время
25-39	11 февраля	30 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам					
40-41	31 мая	14 июня	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
42-44	15 июня	05 июля		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по экзаменам					
45-52	06 июля	31 августа								Каникулярное время

2 курс (2025/2026 учебный год)

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику						
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Промежуточная аттестация	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Внеучебные занятия	7. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам			Мероприятия по организации занятий.	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Учебная практика (ознакомительная)			
17	23 декабря	29 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам				
18-19	30 декабря	08 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				
20-22	09 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				

23-24	30 января	10 февраля							Каникулярное время
25-39	11 февраля	30 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))			
40-41	31 мая	14 июня	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям				
42-44	15 июня	05 июля		Промежуточная аттестация в форме экзамена, аттестационного испытания	Ликвидация академических задолженностей по экзаменам, аттестационным испытаниям				
45-52	06 июля	31 августа							Каникулярное время

3 курс (2026/2027 учебный год)

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику						
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Промежуточная аттестация	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Внеучебные занятия	7. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам			Мероприятия по организации занятий.	
2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Учебная практика (проектно-технологическая)			
17	23 декабря	29 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей				

					по зачетам				
18-19	30 декабря	08 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				
20-22	09 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам				
23-24	30 января	10 февраля							Каникулярное время
25-39	11 февраля	30 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Производственная практика (проектно-технологическая)			
40-41	31 мая	14 июня	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам				
42-44	15 июня	05 июля		Промежуточная аттестация в форме экзамена	Ликвидация академических задолженностей по экзаменам				
45-52	06 июля	31 августа							Каникулярное время

4 курс (2027/2028 учебный год)

Календарный период планирования			Группы видов деятельности по календарному учебному графику							
№ п/п	Начало периода	Окончание периода	1. Учебные занятия	2. Промежуточная аттестация	3. Ликвидация академических задолженностей	4. Практики и курсовые работы	5. Научно-исследовательская работа	6. Итоговая аттестация	7. Внеучебные занятия	8. Каникулярное время
1	1 сентября	7 сентября	Учебные занятия лекционного и семинарского типа		Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам, аттестационным испытаниям				Мероприятия по организации занятий.	

2-16	8 сентября	22 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам	Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)				
17	23 декабря	29 декабря	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, аттестационным испытаниям					
18-19	30 декабря	08 января			Ликвидация академических задолженностей экзаменам, аттестационным испытаниям					Каникулярное время
20-22	09 января	29 января		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам					
23-24	30 января	10 февраля								Каникулярное время
25-33	11 февраля	15 апреля	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам, аттестационным испытаниям	Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа)			Мероприятия по организации занятий.	
34-36	16 апреля	7 мая	Учебные занятия лекционного и семинарского типа	Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам, аттестационным испытаниям	Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа)				
37	8 мая	15 мая		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам, аттестационным испытаниям	Производственная практика 2 (научно-исследовательская работа)		Защита выпускной квалификационной работы		
38-42	16 мая	20 июня		Промежуточная аттестация в форме зачета, экзамена	Ликвидация академических задолженностей по зачетам, экзаменам,			Защита выпускной квалификационной работы		

Приложение № 3

УТВЕРЖДЕНА

приказом

от 02.02.2024 № 939/1

**Программа государственной итоговой аттестации
в форме защиты выпускной квалификационной работы
по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», образовательная
программа СВ.5212.* «Искусственный интеллект и наука о данных» уровень
образования: бакалавриат**

1. Общие положения

1.1. Выпускная квалификационная работа (далее ВКР) представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

1.2. ВКР является самостоятельным исследованием обучающегося, выполненным под руководством назначенного ему научного руководителя, в соответствии с установленными требованиями.

1.3. Целью защиты ВКР является определение уровня подготовленности выпускников и проверка сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями действующего образовательного стандарта.

1.4. Объем государственной итоговой аттестации, учебный период и сроки государственной итоговой аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

1.5. Язык подготовки и защиты ВКР: язык реализации образовательной программы.

2. Требования к структуре и содержанию ВКР

2.1. В выпускной квалификационной работе должны быть

2.1.1 Титульный лист

2.1.2. Оглавление

2.1.3. Введение в предметную область, постановка цели и задач

2.1.4. Несколько разделов, излагающих суть работы

2.1.4.1. Обзор существующих решений, использованных технологий и инструментов, существующих результатов проекта, в рамках которого выполняется ВКР

2.1.4.2. Описание предлагаемого решения, включающее, если необходимо, теоретическое обоснование, архитектуру программной части решения, описание деталей реализации

2.1.4.3. Результаты апробации или экспериментов, сравнение с существующими результатами.

2.1.5. Заключение, перечисляющее выносимые на защиту результаты работы.

2.1.6. Список использованной литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

2.2. ВКР должна быть представлена в виде текста, доклада с презентацией и электронного носителя, содержащего текст ВКР, приложения, презентацию и результаты работы (при очной защите ВКР). Текст (с приложениями и аннотациями на русском и

английском языке) должен быть размещен в системе информационной поддержки образовательного процесса. В случае защиты ВКР с применением дистанционных образовательных технологий в системе информационной поддержки образовательного процесса кроме текста с приложениями также выкладываются презентация и план, текст речи и видеозапись доклада с презентацией.

2.3. Тематика ВКР должна соответствовать компетенциям, предусмотренным образовательной программой, в том числе, связанным с разработкой систем искусственного интеллекта.

Примеры возможных тематик ВКР:

2.3.1. Генерация возможных поисковых запросов по имеющемуся корпусу документов.

2.3.2. Детекция и классификация неприемлемого контента в текстах, изображениях и видео.

2.3.3. Сглаживание поведенческой статистики для ранжирования редких запросов.

2.3.4. Реализация методов преобразования письменного текста в устную речь с возможностью применения в виртуальных помощниках.

2.3.5. Прогнозирование вирусного контента и понимание факторов, способствующих его популярности.

2.3.6. Предсказательная модель оценки выраженности психологических особенностей пользователей по постам в социальной сети

2.3.7. Оценка выраженности психических особенностей на основе цветовых акцентуаций изображения профиля пользователя социальной сети

2.3.8. Система оптимизации маршрута для доставки посылок на основе ИИ, учитывающая такие факторы, как трафик, погода и сроки доставки

2.3.9. Система обнаружения аномалий в режиме реального времени с использованием машинного обучения для выявления потенциальных сбоев или рисков в логистической сети

2.3.10. Чат-бот для обслуживания клиентов на основе искусственного интеллекта для обработки запросов о доставке, отслеживания обновлений и предоставлении индивидуальной поддержки клиентам

Порядок выбора тем выпускных квалификационных работ осуществляется в соответствии с регламентом и приказами, принятыми в Санкт-Петербургском государственном университете.

3. Требования к порядку выполнения и оформления ВКР

3.1. Требованием при подготовке ВКР в соответствии с общепринятыми этическими и правовыми нормами является добросовестное цитирование. Выполнение данного требования отражается в отзыве научного руководителя ВКР на основании результатов проверки ВКР на объем заимствования, в том числе, содержательного выявления неправомерных заимствований.

3.2. Объем работы не должен превышать 60 страниц.

3.3. Рекомендуется использовать гарнитуру Times New Roman или ближайший аналог, кегль 14 пунктов, междустрочный интервал 1,5, поля: левое — 30 мм, верхнее и нижнее — 20 мм, правое — 15 мм.

3.4. Титульный лист ВКР оформляется в соответствии с формой титульного листа утвержденной приказом первого проректора по учебной и методической работе от 03.07.2018 № 6616/1 «Об утверждении формы программы государственной итоговой аттестации».

4. Методика и критерии оценки ВКР

4.1. Вид ВКР: В процессе защиты обучающийся должен явно показать, к какому виду ВКР относится его работа:

- Прикладная работа. Обучающемуся поручили найти решение задачи известными методами в новой постановке.
- Научно-исследовательская работа. Обучающемуся поручили решение задачи научного характера, связанную с научным поиском, проведением исследований, экспериментами и обобщением результатов.
- Разработка программного продукта. Обучающийся получил техническое задание на разработку информационной системы или её отдельного модуля.

4.2. Продолжительность защиты ВКР: время для доклада как правило не более 10 минут, общая продолжительность защиты не более 30 минут. В случае необходимости демонстрации работы программного обеспечения или иных аудиовизуальных материалов время выступления может быть увеличено до 15 минут без увеличения общей продолжительности защиты.

4.3. Методика и критерии оценки ВКР: Государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) оценивает выпускную квалификационную работу (ВКР) на основании ее содержания и оформления, доклада выпускника на защите, отзывов научного руководителя и рецензента, обсуждения содержания работы членами ГЭК.

Оценивание отдельных аспектов работы проводится в соответствии со следующими критериями:

(1) Степень научной/инженерной новизны полученного результата

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
Работа содержит новые результаты, полученные лично автором	15	20	15
Работа содержит результаты, повторяющие уже известные, но они получены применением новых подходов и методов	10	12	10
Результаты и методы их достижения, представленные в работе, являются известными,	4	4	2

однако выбор и стиль их изложения демонстрирует базовые профессиональные навыки выпускника			
Не продемонстрировано ничего из вышеизложенного	0	0	0

(2) Степень полноты изложения

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
Работа содержит полные доказательства представленных утверждений, выводы полностью аргументированы, изложение свободно от неточностей	15	15	15
В изложении имеются лакуны, не ставящие под сомнение справедливость результатов и выводов	9	9	9
В работе есть преодолимые неточности, незначительные ошибки, потребовавшие дополнительного обсуждения	3	3	3
Представленная работа содержит существенные ошибки	0	0	0

(3) Понятность изложения темы и задачи, их актуальности

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
Обучающийся ясно и понятно доносит тему работы, ее актуальность, поставленные задачи и результаты	15	15	15
Обучающемуся требуется задать несколько вопросов для полного	9	9	9

понимания его темы, актуальности и поставленных задач			
Выступающему требуется задать серию вопросов, прежде чем станет понятна цель и задачи в его работе	3	3	3
Выступающий не может внятно и понятно рассказать про актуальность выбранной темы, а также про цели и поставленные задачи	0	0	0

(4) Умение работать с информацией, опубликованной в научных и иных источниках

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
В работе описан научный контекст решаемой задачи, указаны научные и/или технологические источники	15	20	10
Продемонстрированы навыки работы с научной и/или технической литературой, составлена библиография по теме работы	9	12	6
В работе не полностью использованы необходимые для раскрытия темы научная и/или техническая литература, материалы исследования	3	4	2
Отсутствует литературный обзор, библиография по теме работы	0	0	0

'5) Способность к участию в научной дискуссии

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
В процессе защиты	15	15	15

продемонстрирована способность к участию в научной дискуссии по результатам выполненной работы, даны аргументированные ответы на все вопросы, заданные комиссией			
В процессе защиты были даны обоснованные ответы на большинство вопросов, заданных комиссией	9	9	9
В процессе защиты ответы на вопросы, заданные комиссией, были недостаточно обоснованы	3	3	3
В процессе защиты не были даны ответы на большинство вопросов, заданных комиссией, или обучающийся не продемонстрировал культуру ведения научной дискуссии (например, переход на личности, сомнения в компетентности комиссии и т. д.)	0	0	0

(6) Соответствие содержания и оформления предъявленным требованиям

Критерии	Баллы		
	Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта
По своему содержанию и оформлению работа соответствует всем предъявленным требованиям	10	10	10
По своему содержанию и оформлению работа частично соответствует предъявленным требованиям	6	6	6
По своему содержанию и оформлению работа не соответствует предъявленным требованиям	0	0	0

Комиссия при выставлении оценок по критериям может руководствоваться отзывами научного руководителя и рецензента.

Допустимо выставление оценок в виде любого числа по шкале от 0 до максимума по критерию, приведённые формулировки критериев и баллы являются ориентирами при оценивании (например, допускаются оценки 8 или 1).

В случае, если хотя бы по одному из критериев получена оценка 0, за работу выставляется оценка «Неудовлетворительно» (ECTS F). Иначе применяется следующая таблица соответствия суммы баллов оценкам за выпускную квалификационную работу.

Сумма баллов			Оценка	Оценка ECTS
Прикладная работа	Научно-исследовательская работа	Разработка программного продукта		
64–80	76–95	56–70	Отлично	A
56–63	67–75	50–55	Хорошо	B
48–55	57–66	42–49	Хорошо	C
37–47	44–56	31–41	Удовлетворительно	D
24–36	29–43	21–31	Удовлетворительно	E
0–23	0–28	0–20	Неудовлетворительно	F

4.4. Соответствие оценки СПбГУ и оценки ECTS при применении абсолютной шкалы оценивания:

Оценка СПбГУ при проведении ГИА в форме государственного экзамена или защиты выпускной квалификационной работы	Оценка ECTS
Отлично	A
Хорошо	B
Хорошо	C
Удовлетворительно	D
Удовлетворительно	E
Неудовлетворительно	F

5. Процедура защиты ВКР

5.1. ВКР подлежит размещению обучающимся в системе информационной поддержки образовательного процесса в порядке, предусмотренном соответствующим регламентом, в соответствии с Правилами обучения по основным образовательным программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и среднего профессионального образования в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 29.01.2016 № 470/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

5.2. Государственная итоговая аттестация для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

5.3. Защита ВКР осуществляется в соответствии с Правилами обучения по основным образовательным программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и среднего профессионального образования в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 29.01.2016 № 470/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

5.4. В ситуации крайней необходимости в целях защиты жизни и здоровья обучающихся, научно-педагогических работников и сотрудников, обеспечивающих проведение государственной итоговой аттестации, по решению уполномоченного должностного лица государственная итоговая аттестация может проводиться исключительно с применением дистанционных технологий.

Приложение № 4

УТВЕРЖДЕНЫ

приказом

от 02.02.2024 № 939/1

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Геометрия и топология
Geometry and Topology

Язык(и) обучения русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 12

Регистрационный номер рабочей программы: 002213

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Обучить важнейшим разделам геометрии и топологии, имеющим общематематическое значение; развить навыки, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, для решения научных и прикладных задач; подготовить слушателей к восприятию других дисциплин.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Обучающийся должен иметь предварительную подготовку в объеме курса математики, изучаемого в средней школе.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Владеет основными понятиями и методами аналитической геометрии. Владеет основными понятиями и методами общей топологии.	ОПК-1.002213.1. Решает задачи по аналитической геометрии. ОПК-1.002213.2. Решает задачи по общей топологии.

Обучающийся изучает базовые разделы аналитической геометрии, общей топологии, геометрии выпуклых множеств, дифференциальной геометрии, и получает навыки решения задач по этим разделам математики.

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

- ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Активные и интерактивные формы учебных занятий — практические занятия (всего 74 ак. часа).

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	32		2	26		4			4				36		40		20	4
	2-200		2-25	2-25		2-25			2-25				1-1		1-1			
Семестр 2	32		2	30					4				37		39		20	4
	2-200		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
Семестр 3	32		2	30					4				37		39		34	4
	2-200		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	96		6	86		4			12				110		118			12

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации							
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)		
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
Форма обучения: очная							
Семестр 1			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации			
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации			
Семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации			

2.2. Структура и содержание учебных занятий.

Модуль 1. Аналитическая геометрия.

- Тема 1. Введение. Системы координат. Задание фигур уравнениями. Преобразования координат.
- Тема 2. Метрические и оптические свойства кривых второго порядка.
- Тема 3. Канонические уравнения кривых второго порядка.
- Тема 4. Скалярное произведение векторов, его свойства.
- Тема 5. Векторное произведение векторов, его свойства.
- Тема 6. Определители 2×2 , 3×3 , их связь с площадями и объемами.
- Тема 7. Ориентации базисов и векторного произведения.
- Тема 8. Двойное и смешанное векторные произведения, их свойства.
- Тема 9. Плоскости в пространстве, их свойства.
- Тема 10. Прямые в пространстве, их свойства.
- Тема 11. Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве.
- Тема 12. Классификация поверхностей второго порядка.
- Тема 13. Прямолинейные образующие поверхностей второго порядка.
- Тема 14. Движения плоскости, виды, классификация.

Модуль 2. Общая топология.

- Тема 1. Метрические пространства.
- Тема 2. Топологические пространства.
- Тема 3. Базы.
- Тема 4. Внутренность и замыкание.
- Тема 5. Непрерывные отображения и гомеоморфизмы.
- Тема 6. Примеры построения топологических пространств.
- Тема 7. Связность.
- Тема 8. Линейная связность.
- Тема 9. Компактность.
- Тема 10. Аксиомы счетности и сепарабельность.
- Тема 11. Секвенциальное замыкание, непрерывность и компактность.
- Тема 12. Компактность в евклидовом пространстве.
- Тема 13. Компактность в метрических пространствах.
- Тема 14. Аксиомы отделимости.
- Тема 15. Нормальность.
- Тема 16. Некоторые важные леммы и теоремы.

Модуль 3. Дифференциальная геометрия.

- Тема 1. Кривые и их параметризации. Длина кривой.
- Тема 2. Плоские кривые. Формулы Френе для плоских кривых.
- Тема 3. Пространственные кривые. Кривизна, кручение, базис Френе, вектор Дарбу, формулы Френе.
- Тема 4. Поверхности в пространстве. Параметризация поверхности.
- Тема 5. Первая квадратичная форма поверхности. Метрические вычисления на поверхности.
- Тема 6. Площадь поверхности.
- Тема 7. Вторая квадратичная форма поверхности. Нормальные кривизны. Теорема Эйлера. Типы точек на поверхности.
- Тема 8. Гауссова кривизна и ее свойства. Теорема Родрига. Средняя кривизна.
- Тема 9. Формулы типа формул Френе для кривой на поверхности.
- Тема 10. Основные уравнения теории поверхностей.
- Тема 11. Геодезические.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Обучающиеся обеспечиваются учебниками и задачками в библиотеке факультета.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы обучающегося соответствует перечню изучаемых тем, приведенному в п. Содержание, и уточняется преподавателем.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения зачета по практическим занятиям

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на зачетном занятии. Для получения отметки «зачтено» необходимо, чтобы было правильно решено не менее 50% задач по каждой теме. На зачет отводится 2 академических часа.

При второй и третьей (с комиссией) попытках сдачи зачета обучающемуся предоставляется возможность выполнить задания по всем темам, которые не были зачтены в результате проведения текущего контроля успеваемости. Задания можно выполнять в произвольном порядке.

При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями. Преподаватель, проводивший текущий контроль успеваемости, предоставляет комиссии все материалы по текущему контролю успеваемости обучающегося.

Критерии выставления оценок за зачет по практическим занятиям по системе ECTS

- Оценка «отлично» («А» по системе ECTS) — правильно решенных задач по каждой теме не менее 90%;
- оценка «хорошо» («В» по системе ECTS) — правильно решенных задач по каждой теме не менее 80%, при этом имеются темы, процент решенных задач по которым менее 90%;
- оценка «хорошо» («С» по системе ECTS) — правильно решенных задач по каждой теме не менее 70%, при этом имеются темы, процент решенных задач по которым менее 80%;
- оценка «удовлетворительно» («D» по системе ECTS) — правильно решенных задач по каждой теме не менее 60%, при этом имеются темы, процент решенных задач по которым менее 70%;
- оценка «удовлетворительно» («Е» по системе ECTS) — правильно решенных задач по каждой теме не менее 50%, при этом имеются темы, процент решенных задач по которым менее 60%;
- оценка «неудовлетворительно» («F» по системе ECTS) — хотя бы по одной теме правильно решенных задач менее 50%.

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к экзамену. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на основные вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме курса. Также в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача.

За ответ на экзамене выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Критерии выставления оценок за ответ на экзамене

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия:

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

Критерии выставления оценок за экзамен по системе ECTS

Оценка «отлично» («А» по системе ECTS) выставляется, если выполнены два условия:

1. Обучающийся дал полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, свободно ориентируется в материале;
2. Обучающийся ответил на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» («В» по системе ECTS) выставляется, если выполнены два условия:

1. Обучающийся дал полный ответ на один из вопросов билета, по другому вопросу сформулировал все необходимые определения и теоремы, но имеются погрешности в доказательствах.
2. Обучающийся ответил более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «хорошо» («С» по системе ECTS) выставляется, если выполнены два условия:

1. Обучающийся дал полный ответ на один из вопросов билета, по другому вопросу сформулировал все необходимые определения и теоремы, но имеются существенные пробелы в доказательствах.
2. Обучающийся ответил более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» («D» по системе ECTS) выставляется, если выполнены два условия:

1. Обучающийся сформулировал все необходимые определения и теоремы, но имеются существенные пробелы в доказательствах теорем обоих вопросов билета.
2. Обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» («Е» по системе ECTS) выставляется, если выполнены два условия:

1. Обучающийся сформулировал все необходимые определения и теоремы, но в ответе на один из вопросов билета имеются существенные пробелы в доказательствах, в ответе на другой вопрос доказательства отсутствуют.
2. Обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» («F» по системе ECTS) выставляется, если не выполнены условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:

ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;

Компетенции, развиваемые дисциплиной:

Нет.

Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:

Нет.

Для каждой компетенции применяется линейная шкала оценивания, определяемая долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию

Вопросы к экзаменам.

Первый семестр. Аналитическая геометрия.

1. Координаты на прямой, расстояния, замена координат.
2. Деление отрезка в данном отношении.
3. Декартовы координаты на плоскости.
4. Окружность Аполлония.
5. Эллипс. Приведение к каноническому виду.
6. Эллипс. Эксцентриситет, директрисы.
7. Эллипс: касательные, оптическое свойство.
8. Гипербола. Канонический вид, асимптоты.
9. Гипербола. Касательные, оптическое свойство.
10. Парабола. Канонический вид, касательные.
11. Общее уравнение КВП. Избавление от слагаемого, содержащего x .
12. Классификация КВП.
13. Скалярное произведение, простейшие свойства.
14. Проекция. Линейность скалярного произведения.
15. Координатное выражение скалярного произведения, неравенство КБШ.
16. Векторное произведение. Выражение в координатах.
17. Простейшие свойства векторного произведения.
18. Определители 2×2 , связь с площадями.
19. Определители 3×3 , связь с объемами.
20. Ориентация базиса на прямой, на плоскости и в пространстве.
21. Ориентация векторного произведения.
22. Двойное векторное произведение. Формула bac-cab .
23. Смешанное произведение, свойства, вычисление.
24. Плоскость в пространстве, вектор нормали. Угол между плоскостями.
25. Расстояние от точки до плоскости.
26. Прямая в пространстве.
27. Пересечение прямой и плоскости. Условие компланарности двух прямых.
28. Классификация ПВП. Эллиптический и гиперболический случаи.
29. Классификация ПВП. Параболический случай.
30. Линейчатость однополостного гиперboloида и гиперболического параболоида.
31. Приведение квадратичной формы к диагональному виду.
32. Движение плоскости как композиция осевых симметрий.
33. Движения плоскости 1 рода.
34. Движения плоскости 2 рода.
35. Лемма о подвижности пространства.
36. Лемма о неподвижных точках движения пространства.
37. Движения с неподвижной плоскостью и с неподвижной прямой.
38. Движения первого рода с неподвижной точкой.
39. Движения первого рода без неподвижных точек.
40. Движения второго рода с неподвижной точкой.
41. Движения второго рода без неподвижных точек.

Второй семестр. Общая топология.

1. Метрические пространства. Примеры.
2. Шары в метрических пространствах. Открытость шара.

3. Свойства открытых и замкнутых множеств в метрических пространствах.
4. Топологические пространства. Примеры.
5. Замкнутые множества. Задание топологии при помощи замкнутых множеств.
6. База топологии. Признак базы.
7. Критерий того, что семейство подмножеств является базой некоторой топологии.
8. Эквивалентные определения внутренней.
9. Эквивалентные определения замыкания.
10. Эквивалентные определения непрерывности отображения метрических пространств.
11. Непрерывность отображения топологических пространств.
12. Гомеоморфизмы. Пример непрерывной биекции, не являющейся гомеоморфизмом.
13. Инициальная топология.
14. Индуцированная топология.
15. Топология прямого произведения.
16. Канторово множество.
17. Финальная топология.
18. Фактортопология. Букеты.
19. Связность топологического пространства и подмножества. Связность замыкания.
20. Связность отрезка.
21. Объединение связных множеств с непустым пересечением.
22. Образ связного множества при непрерывном отображении.
23. Связность произведения пространств.
24. Компоненты связности.
25. Критерий открытости компонент связности.
26. Линейная связность.
27. Компактность. Примеры.
28. Компактность замкнутого подмножества компакта.
29. Образ компакта при непрерывном отображении.
30. Компактность и хаусдорфовость.
31. Непрерывная биекция из компакта в хаусдорфово пространство.
32. Компактность произведения компактов.
33. Локальная компактность. Компактификация по Александру.
34. Свойства хаусдорфовых локально компактных пространств.
35. Вторая аксиома счётности и сепарабельность.
36. Теорема Линделёфа.
37. Базы окрестностей точки. Первая аксиома счётности.
38. Секвенциальное замыкание.
39. Секвенциальная непрерывность.
40. Секвенциальная компактность. Точки накопления.
41. Из компактности следует секвенциальная компактность.
42. Центрированные системы множеств.
43. Из секвенциальной компактности следует компактность.
44. Лемма Лебега. Компактность отрезка.
45. Критерий компактности множества в евклидовом пространстве.
46. Равносильность сепарабельности и второй аксиомы счётности в метрических пространствах.
47. Критерий компактности метрических пространств.
48. Аксиомы отделимости. Эквивалентная переформулировка T_1 .
49. Замкнутость графика отображения хаусдорфовых пространств.
50. Нормальность метрического пространства.
51. Лемма Урысона о функциональной отделимости.
52. Лемма о разбиении единицы.
53. Теорема Титце-Урысона о продолжимости отображений.
54. Метризуемость нормального пространства со счётной базой.

Третий семестр. Дифференциальная геометрия.

1. Элементарные кривые. Примеры.
2. Вектор-функции. Правила дифференцирования.
3. Способы задания кривых.
4. Регулярность и касательная.
5. Длина кривой и натуральная параметризация.
6. Кривизна.
7. Вычисление кривизны.
8. Соприкасающаяся плоскость.
9. Формулы Френе.
10. Вычисление кручения.
11. Натуральные уравнения.
12. Способы задания поверхностей.
13. Регулярность и касательная плоскость.
14. Первая форма поверхности.
15. Угол между кривыми на поверхности.
16. Внутренняя геометрия поверхности.
17. Вторая форма поверхности.
18. Теорема Менье.
19. Нормальные кривизны.
20. Теорема Эйлера.
21. Нахождение главных направлений.
22. Нахождение главных кривизн.
23. Соприкасающийся параболоид.
24. Классификация точек поверхности по знаку K .
25. Теорема Родрига.
26. Гауссово отображение.
27. Геометрический смысл K .
28. Основные уравнения теории поверхностей.
29. Геодезические. Примеры.
30. Уравнение и существование геодезических.
31. Принцип Герца.
32. Полугеодезические координаты.
33. Экстремальное свойство геодезических.

Проверяемые компетенции: ОПК-1

Сформированность компетенций считается пропорционально доле успешных ответов на вопросы и выполненности заданий.

3.1.4.3. Соответствие индикаторов достижения компетенций и контрольно-измерительных материалов

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.002213.1. Способен решать задачи по аналитической геометрии.	Вопросы к экзамену первого семестра.
2	ОПК-1.002213.2. Способен решать задачи по общей топологии.	Вопросы к экзамену второго семестра.
3	ОПК-1.002213.3. Способен решать задачи по дифференциальной геометрии.	Вопросы к экзамену третьего семестра.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ.

MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Такое оборудование не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Такое оборудование не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

15 кусков мела или 3 маркера для доски, 2 губки для доски, упаковка бумаги формата А4, картридж к принтеру.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. А. Д. Александров, Н. Ю. Нецветаев, Геометрия, М., Наука, 1990, 2010.
2. А. В. Погорелов, Аналитическая геометрия, любое издание.
3. Цубербиллер О.О. Задачи и упражнения по аналитической геометрии. - 31-е изд. – СПб: Лань, 2003-2009. – 336 с. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
4. Задачи по топологии: Учебное пособие / О. Я. Виро [и др.]; Санкт-Петербургский государственный университет. - СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2000. - 208 с.
5. Элементарная топология/ О. Я. Виро [и др.]. - М.: МЦНМО, 2010-2012. - 355 с. Мм – 13 экз.; ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
6. Погорелов А.В. Дифференциальная геометрия. – 6-ое изд. – М., 1974.
7. Сборник задач по дифференциальной геометрии/Под ред. А.С. Феденко. -М.: Наука, 1979.

8. П. С. Александров. Лекции по аналитической геометрии, М., Наука, 1968, 2008. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
9. В. В. Прасолов, В. М. Тихомиров. Геометрия. - М.: МЦНМО, 1997. ЭР открытого доступа в сети Интернет:
10. В. А. Рохлин, Д. Б. Фукс. Начальный курс топологии. Геометрические главы. - М.: Наука, 1977.
11. Постников М.М. Лекции по геометрии: Семестр 2. Линейная алгебра и дифференциальная геометрия. - М.: Наука, 1986-2009.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Раздел 4. Разработчики программы

1. Солянин Андрей Александрович, к.ф.-м.н., старший преподаватель Кафедры высшей геометрии, a.solynin@spbu.ru
2. Никанорова Мария Юрьевна, к. ф.-м. н., старший преподаватель Кафедры высшей геометрии, m.nikanorova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экстремальные задачи
Extremal Problems**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 002237

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Экстремальные задачи» является одной из базовых дисциплин, формирующих подготовку специалиста в области прикладной математики и информатики. Отдельные параметры курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Дисциплина дает подход к решению экстремальных задач, возникающих в различных разделах математики и информатики, и предлагает ряд конкретных алгоритмов их решения. Изучаются математические методы непрерывной оптимизации, постановка основных задач оптимизации, общие и специальные методы их решения.

Основным методологическим принципом построения программы курса, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого к сложному и/или незнакомому.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Дисциплина «Экстремальные задачи» изучается на третьем курсе, после изучения основных курсов фундаментальной математики, и предполагает знакомство обучающихся с основами математического анализа, линейной алгебры, высшей геометрии и топологии и теории дифференциальных уравнений.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Знание и умение использовать основные понятия и методы исследования операций и вариационного исчисления.

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Лекции – 4 ак.ч. Обучающийся должен знать содержание дисциплины «Экстремальные задачи». Необходимо представлять круг решаемых задач, уметь применять изученную методику, учитывать сложности и особенности практической реализации методов, входящих в программу курса.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Курс по выбору

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекция	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 6	60		2						2				16		28		4	3
	2-100		2-25						2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	60		2						2				16		28			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения очная						
Семестр 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Тема 1. Линейное программирование	лекции	14
		по методическим материалам	3
2	Тема 2. Теория игр	лекции	4
		по методическим материалам	3
3	Тема 3. Нелинейное программирование	лекции	8
		по методическим материалам	3
4	Тема 4. Векторная оптимизация	лекции	4
		по методическим материалам	3
5	Тема 5. Вариационное исчисление	лекции	30
		по методическим материалам	4
6	Промежуточная аттестация	самостоятельная работа	28
		консультации	2
		экзамен	2

Тема 1. Линейное программирование. Двойственные задачи линейного программирования.

Неравенство значений целевых функций в двойственных задачах.

Достаточные условия оптимальности. Условия дополнителности.

Задача линейного программирования в канонической форме. Сведение к ней. Эквивалентность двойственной задачи и задачи, двойственной к канонической.

Первая теорема двойственности для задачи в канонической форме.

Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности.

Базисные векторы. Теорема о существовании оптимального базисного плана в канонической задаче. 4 возможных случая для прямой и двойственной задач линейного программирования.

Графический метод решения задачи с двумя ограничениями. Симплекс-метод для невырожденной задачи. Постановка сетевой транспортной задачи. Сведение к задаче линейного программирования. Невырожденность для транспортной задачи. Решение сетевой транспортной задачи методом потенциалов.

Тема 2. Теория игр.

Игра n лиц в нормальной форме. Ситуации равновесия по Нэшу.

Антагонистические игры. Свойства ситуаций равновесия в антагонистических играх.

Теорема о минимаксе. Значение игры.

Примеры отсутствия свойств антагонистических игр в неантагонистических.

Смешанное расширение игры в нормальной форме. Теорема фон Неймана.

Решение матричных игр с помощью линейного программирования. Конструктивное доказательство теоремы фон Неймана.

Приемы решения матричных игр (леммы об угадывании, о спектре, о доминировании).

Тема 3. Нелинейное программирование.

Условие оптимальности для задач с дифференцируемой целевой функцией и линейными ограничениями. Случай выпуклой целевой функции.

Функция Лагранжа для задач с ограничениями в виде неравенств и равенств. Ее связь с задачей оптимизации. Нахождение седловой точки функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.

Тема 4. Векторная оптимизация.

Постановка задачи. Парето-оптимальные и слабо Парето-оптимальные точки.

Параметрическое описание множества слабо Парето-оптимальных точек. Теоремы Гермейера и Карлина-Гурвича. Примеры существенности условий Карлина-Гурвича.

Арбитражная схема Нэша. Случай отсутствия симметрии.

Тема 5. Вариационные задачи.

Постановка квадратичной вариационной задачи. Критерий оптимальности.

Основная лемма вариационного исчисления. Критерий оптимальности в терминах исходной задачи. Критерий неотрицательной определённости интегральной квадратичной формы. Критерий положительной определённости интегральной квадратичной формы. Схема решения квадратичной вариационной задачи.

Постановка нелинейной вариационной задачи. Конечномерная аппроксимация.

Вариационная производная. Первый и второй дифференциалы интегрального функционала. Необходимые условия оптимальности. Уравнение Эйлера.

Необходимые условия локального минимума второго порядка. Достаточные условия строгого локального минимума.

Параметрический метод построения главного решения уравнения Якоби.

Минимальная поверхность вращения. Случай двух стационарных кривых.

Изопериметрическая задача. Цепная линия.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Общая аттестация складывается из следующих компонентов:

Итоги текущего контроля (решение индивидуальных заданий).

Итоговый экзамен (ответы на вопросы и решение задач).

Для получения положительной оценки на экзамене необходимо выполнить дома в течение семестра все выданные преподавателем индивидуальные задания (решить задачи). Невыполненное к началу экзамена задание необходимо выполнить на экзамене перед началом опроса.

Оценка «отлично» (А по системе ECTS) ставится, если обучающийся выполнил все индивидуальные задания, дал сразу исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы, ответил на вопросы билета со всеми доказательствами и решил дополнительную задачу повышенной трудности.

Оценка «хорошо» (В по системе ECTS) ставится, если обучающийся выполнил все индивидуальные задания, дал сразу исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы,

ответил на вопросы билета со всеми доказательствами, но не решил дополнительную задачу повышенной трудности.

Оценка «хорошо» (С по системе ECTS) ставится, если обучающийся выполнил все индивидуальные задания, дал ответы на все поставленные вопросы, ответил на вопросы билета со всеми доказательствами с помощью преподавателя, и не стал решать дополнительную задачу повышенной трудности.

Оценка «удовлетворительно» (D по системе ECTS) ставится, если обучающийся выполнил все индивидуальные задания, дал ответы на все поставленные вопросы, но не смог привести доказательств теорем из билета.

Оценка «удовлетворительно» (E по системе ECTS) ставится, если обучающийся выполнил все индивидуальные задания, дал ответы на 70% поставленных вопросов и не смог доказать теорему из билета.

Оценка «неудовлетворительно» (F по системе ECTS) ставится, если обучающийся или не выполнил всех индивидуальных заданий или не смог ответить на 70% вопросов, касающихся основных определений и формулировок.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный краткий перечень вопросов к экзамену.

Часть 1. Линейное программирование.

Двойственные задачи линейного программирования

Неравенство значений целевых функций в двойственных задачах.

Достаточные условия оптимальности. Условия дополненности.

Теоремы об отделимости выпуклых множеств (формулировки).

Лемма Фаркаша с доказательством.

Задача в канонической форме. Сведение к ней. Эквивалентность двойственной задачи и задачи, двойственной к канонической.

Первая теорема двойственности для задачи в канонической форме.

Первая теорема двойственности.

Вторая теорема двойственности.

Проверка плана на оптимальность.

Базисные векторы. Теорема о существовании оптимального базисного плана.

4 возможных случая для прямой и двойственной задач линейного программирования.

Графический метод решения задачи с двумя ограничениями.

Нахождение базисного плана в канонической задаче.

Условие невырожденности в симплекс-методе.

Проверка базисного плана на оптимальность.

Переход к новому плану в случае отсутствия оптимальности. Почему получается снова базисный план?

Итеративные формулы пересчета в симплекс-методе.

Обоснование сходимости симплекс-метода в невырожденном случае.

Постановка сетевой транспортной задачи. Сведение к задаче линейного программирования. Невырожденность для транспортной задачи.

Базисные планы для невырожденной транспортной задачи.

Нахождение базисного плана в невырожденной транспортной задаче.

Проверка плана транспортной задачи на оптимальность методом потенциалов.

Перестройка плана транспортной задачи в случае неоптимальности. Почему новый план – базисный?

Использование «правильной» нумерации вершин и дуг дерева в транспортной задаче.

Обоснование сходимости метода потенциалов для транспортной задачи в невырожденном случае.

Часть 2. Теория игр

Игра n лиц в нормальной форме. Ситуации равновесия по Нэшу.

Антагонистические игры. Свойства ситуаций равновесия в антагонистических играх.

Теорема о минимаксе. Значение игры.

Примеры отсутствия свойств антагонистических игр в неантагонистических.

Смешанное расширение игры в нормальной форме. Теорема фон Неймана.

Решение матричных игр с помощью линейного программирования. Конструктивное доказательство теоремы фон Неймана.

Приемы решения матричных игр (леммы об угадывании, о спектре, о доминировании).

Часть 3. Нелинейное программирование.

Необходимое условие оптимальности для задач с дифференцируемой целевой функцией и линейными ограничениями.

Критерий выпуклости для дифференцируемых функций.

Критерий выпуклости для квадратичной функции.

Необходимое и достаточное условие оптимальности для задач с дифференцируемой выпуклой целевой функцией и линейными ограничениями. Частные случаи.

Равновесие по Вардропу для транспортных потоков.

Критерий оптимальности для задачи квадратичного программирования.

Функция Лагранжа для задач с ограничениями в виде неравенств и равенств. Ее связь с задачей оптимизации.

Описание седловой точки функции Лагранжа. (Глобальная оптимальность)

Теорема Куна-Таккера. (Когда решение – часть седловой точки функции Лагранжа?)

Теорема Куна-Таккера в дифференциальной форме.

Пример, когда решение существует, но не находится с помощью функции Лагранжа.

Часть 4. Векторная оптимизация

Постановка задачи

Парето-оптимальные и слабо Парето-оптимальные точки.

Параметрическое описание множества слабо Парето-оптимальных точек.

Теоремы Гермейера и Карлина-Гурвича. Примеры существенности условий Карлина-Гурвича.

Арбитражная схема Нэша. Случай отсутствия симметрии.

Часть 5. Вариационное исчисление

Основная лемма вариационного исчисления.

Квадратичная вариационная задача. Критерий оптимальности.

Необходимое условие Лежандра неотрицательной определенности интегральной квадратичной формы.

Критерий неотрицательной определенности интегральной квадратичной формы. Доказательство достаточности.

Лемма о скруглении углов.

Критерий неотрицательной определенности интегральной квадратичной формы. Доказательство необходимости.

Критерий положительной определенности интегральной квадратичной формы.

Оценка снизу для положительно определенной интегральной квадратичной формы.

Описание всего множества решений квадратичной вариационной задачи.

Схема решения квадратичной вариационной задачи. Пример.

Нелинейная вариационная задача. Конечномерная аппроксимация. Понятие о вариационной производной.

Естественная область определения интегрального функционала. Ее открытость в пространстве непрерывно дифференцируемых функций.

Первый дифференциал интегрального функционала.

Второй дифференциал интегрального функционала.

Необходимые условия локального минимума первого порядка в нелинейной вариационной задаче (в терминах первого дифференциала и в терминах исходной задачи).

Теорема о существовании и непрерывности второй производной у экстремали нелинейной вариационной задачи.

Необходимые условия локального минимума второго порядка в нелинейной вариационной задаче (в терминах второго дифференциала и в терминах исходной задачи).

Достаточные условия строгого локального минимума в нелинейной вариационной задаче.

Параметрический метод построения главного решения уравнения Якоби. Пример.

Задача о минимальной поверхности вращения.

Случай двух стационарных кривых в задаче о минимальной поверхности вращения.

Изопериметрическая задача.

Цепная линия.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций привлекаются преподаватели, имеющие базовое образование и ученую степень, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных занятий.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Нет.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

При использовании электронных документов каждый обучающийся во время самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет и корпоративную сеть факультета.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Канцелярские товары в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки, доступ преподавателя и студентов к компьютерным классам.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Малоземов В.Н. (ред.) Избранные лекции по экстремальным задачам, СПб, изд.ВВМ, 2017.
2. Ржевский С.В. Исследование операций. СПб, Лань, 2013.

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Алексеев В. М., Тихомиров В. М., Фомин С. В. Оптимальное управление. М., 1979.
2. Ашманов С. А. Линейное программирование. М., 1981
3. Булавский В. А., Звягина Р. А., Яковлева М. А. Численные методы линейного программирования. М., 1977.
4. Буслаев В. С. Вариационное исчисление. Л., 1980
5. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М., 2002
6. Гавурин М. К., Малозёмов В. Н. Экстремальные задачи с линейными ограничениями. Л., 1984.
7. Галеев Э.М. Оптимизация. Теория, примеры, задачи. М., 2002
8. Галеев Э. М., Тихомиров В. М. Краткий курс теории экстремальных задач. М., 1989.
9. Даугавет В. А. Численные методы квадратичного программирования. СПб., 2004.
10. Заславский Ю. Л. Сборник задач по линейному программированию. М., 1969.
11. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. М. Мир, 1964.
12. Карманов В.Г. Математическое программирование. М. ФИЗМАТЛИТ, 2001.
13. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. М., ФИЗМАТЛИТ, 2007.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Сайт кафедры исследования операций (Избранные лекции).

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент	mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Алгебра
Algebra**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 7

Регистрационный номер рабочей программы: 003565

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Обучение учащихся бакалавриата, специализирующихся в области программной инженерии и математического обеспечения информационных систем, основам современной алгебры, позиционирование алгебраических методов среди математических подходов к информационным технологиям; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к восприятию других математических дисциплин.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: освоение обучающимися как принципов построения, так и содержательной части современных математических теорий, навыков профессионального математического мышления, умение квалифицированно и эффективно выбирать и использовать конкретный алгебраический аппарат в решении практических задач

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для освоения дисциплины обучающиеся должны обладать начальными навыками доказательного мышления, уметь оперировать с целыми числами, дробями и многочленами, как предусмотрено программой средней школы.

1.3. Перечень результатов обучения (learningoutcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	• знать и понимать содержание общего курса алгебры и теории чисел, иметь представление о возможностях применения алгебраических методов в различных прикладных областях науки и техники; • свободно владеть материалом, уметь связывать между собой понятия и факты из различных частей изучаемого курса; • освоить технику вычислений, основанную на изучаемом курсе: обращение с комплексными числами, решение алгебраических уравнений в радикалах, решение систем линейных уравнений, оперирование матрицами и т. д., приобрести профессиональные знания и умения применения алгебраических методов в различных прикладных областях науки и техники.	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

В данном курсе, как правило, применяются классические аудиторные методы. Наряду с этим в рамках самостоятельной работы предусматривается внеаудиторное освоение материала с использованием учебников и учебных пособий, а также текста некоторых разделов курса, представляемого лектором.

Объём активных и интерактивных форм учебных занятий – 50 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	48		2	45					5				28		52		40	5
	2-200		2-25	2-25					1-3				1-1		1-1			
Семестр 2	15			15					2				30		10		10	2
	2-200			2-25					1-3				1-1		1-1			
ИТОГО	63		2	60					7				58		62			7

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Первый семестр

I) Введение (6 час. лекции, 4 час. практические занятия, 2 часа сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Отображения и операции». Операции над множествами. Отображения. Композиция отображений, обратимые отображения. Бинарные алгебраические действия, польская запись. Определение группы и кольца. Группа перестановок. Замкнутость относительно операции.

Тема 2. «Отношения»

Бинарные отношения, эквивалентность, примеры. Фактормножество и разбиения. Соответствия и их композиция. Отношения порядка, максимальный и наибольший элементы. Операция на фактормножестве.

II) Делимость в кольцах. Целые числа (12 час. лекции, 12 час. практические занятия, 2 часа сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Наибольший общий делитель в кольце главных идеалов».

Свойства делимости в коммутативном кольце с 1. Ассоциированность. Теорема о делении с остатком в кольце целых чисел, алгоритм Евклида. Теорема о линейном представлении НОД. Взаимно простые элементы в ОГИ и их свойства.

Тема 2. «Разложение на множители». Простые и неприводимые элементы. Основная теорема арифметики. Каноническое разложение целого числа. Формула для числа делителей. Нахождение НОД и НОК.

Тема 3. «Сравнения». Сравнения и кольца вычетов. Обратимые классы. Теоретико-числовая функция Эйлера. Полная и приведенная системы вычетов.

Тема 4. «Порядок элемента в группе». Группа, порождённая набором элементов. Циклические группы и их классификация, порядок элемента в циклической группе.

Циклическая запись перестановки и вычисление ее порядка. Порождение группы перестановок транспозициями. Теорема Лагранжа для конечных абелевых групп и теорема Эйлера. Дискретный логарифм.

Тема 5. «Китайская теорема об остатках».

Гомоморфизмы колец. Теоретико-кольцевая версия китайской теоремы об остатках. Мультипликативность функции Эйлера. Формула для вычисления функции Эйлера. Криптографический алгоритм RSA.

III) Многочлены и комплексные числа (10 час. лекции, 10 час. практические занятия, 4 часа сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Многочлены от одной переменной». Кольцо многочленов от одной переменной над коммутативным кольцом с 1. Степень многочлена и ее свойства. Теорема о делении с остатком для многочленов. Значение многочлена в точке, функциональное равенство многочленов. Теорема Безу. Схема Горнера. Корень многочлена, теорема о числе корней. Сравнения многочленов и вычисления в факторкольце кольца многочленов. Избавление от иррациональности в знаменателе.

Тема 2. «Комплексные числа — основные определения». Определение поля комплексных чисел. Построение поля комплексных чисел как факторкольца. Комплексное сопряжение. Действия в компонентах и извлечение квадратного корня.

Модуль и аргумент.

Умножение на комплексное число как преобразование комплексной плоскости. Тригонометрическая форма записи, связь с действиями.

Дробно-линейные преобразования комплексной плоскости. Сохранение прямой и окружности.

Тема 3. «Формула Муавра». Формула Муавра и ее применение в вещественных вычислениях. Извлечение корня из комплексного числа. Корни из 1.

Тригонометрические приложения комплексных чисел.

Тема 4. «Многочлены с комплексными коэффициентами». Решение алгебраических уравнений. Формулировка основной теоремы алгебры. Канонические разложения комплексных и вещественных многочленов.

Тема 5. «Производная и кратные корни». Производная многочлена. Кратные корни и их связь с производной. Освобождение от кратных корней. Формула Тейлора. Интерполяционная задача с простыми и кратными узлами. Метод Ньютона и интерполяционная формула Лагранжа.

Тема 6. «Поле частных и рациональные функции». Конструкция поля частных для произвольной области целостности. Поле рациональных функций. Разложение функции в сумму многочлена и правильной дроби. Разложение правильной дроби в сумму простейших. Формула Лагранжа разложения на простейшие дроби.

IV) Системы линейных уравнений и векторные пространства (12 час. лекции, 10 час. практические занятия, 6 час. сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Пространство и его базис». Определение пространства, примеры. Система образующих. Линейно независимая система. Три определения базиса пространства, их эквивалентность. Размерность пространства. Разложение вектора по базису, однозначность определения координат. Изменение координат при замене базиса. Матрица перехода и ее свойства.

Определение подпространства, его размерность. Факторпространство и его размерность. Сумма и пересечение подпространств, связь между размерностями. Прямая сумма подпространств

Тема 2. «Линейные отображения и матрицы».

Сложение матриц, умножение матрицы на скаляр. Умножение матриц. Единичная матрица. Транспонирование. Свойства матричных операций.

Действия над линейными отображениями. Универсальное свойство базиса. Линейное отображение умножения на матрицу между арфиметическими векторными пространствами.

Матрица линейного отображения. Вычисление линейного отображения в координатах. Матрица поворота на декартовой плоскости. Умножение матриц и композиция линейных отображений.

Матрица перехода между базисами. Преобразование матрицы линейного отображения при замене координат. Канонический вид матрицы линейного отображения.

V) Вычислительная линейная алгебра (8 час. лекции, 9 час. практические занятия, 14 час. сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Ранг матрицы».

Ранг матрицы как размерность линейной оболочки ее строк, столбцов.

Ранг линейного отображения.

Размерность пространства решений линейной однородной системы.

Структура множества решений линейной неоднородной системы. Условия разрешимости и определенности для системы линейных уравнений. Ранг произведения матриц.

Тема 2. «Элементарные преобразования». Алгоритм Гаусса решения линейной системы. Элементарные преобразования и элементарные матрицы. Порождение группы обратимых матриц элементарными трансвекциями и дилатациями. Алгоритм поиска обратной матрицы.

Тема 3. «Понятие определителя». Определители второго и третьего порядков. Знак перестановки. Вычисление знака перестановки по ее цикленной записи. Кососимметрические и полилинейные отображения, аксиоматическое определение определителя. Формула полного разворачивания для детерминанта квадратной матрицы произвольного порядка. Определитель транспонированной матрицы

Тема 4. «Свойства определителей». Теорема существования определителя (проверка свойств кососимметричности и линейности).

Разложение по строке. Взаимная матрица. Формулы Крамера для обратной матрицы и для решения системы линейных уравнений.

Определитель блочно-треугольной матрицы. Определитель произведения квадратных матриц.

Тема 5. «Методы вычисления определителей». Вычисление определителей при помощи элементарных преобразований. Вычисление определителей индукцией по размеру матрицы. Определитель Вандермонда, связь с интерполяционной задачей. Кососимметрический многочлен и вычисление знака перестановки в терминах инверсий.

Промежуточная аттестация. Сам. работа -52 ак. ч., зачет – 2 ак. ч., консультация – 2 ак.ч., экзамен – 3 ак.ч.

Второй семестр

VI) Пространства с операторами (6 ак. ч. лекции, 6 ак. ч. практические занятия, 6 ак. ч. сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Собственные числа и собственные векторы».

Определение собственных чисел и собственных столбцов матрицы и оператора, характеристический многочлен. Теорема Гамильтона-Кэли. Диагонализация матрицы оператора при отсутствии кратных собственных чисел.

Собственные числа вещественной симметрической матрицы.

Тема 2. «Приведение матрицы оператора к каноническому виду».

Корневые векторы линейного оператора. Разложение на корневые подпространства. Приведение матрицы размеров 2 на 2 и 3 на 3 к жордановой форме. Приложение к линейным рекуррентным последовательностям: оператор сдвига на пространстве последовательностей, его собственные и корневые векторы.

Линейные пространства

VII) Пространства с формами (4 ак.ч. лекции, 4 ак.ч. практические занятия, 20 час. сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Квадратичные формы». Квадратичная форма как однородный многочлен. Матрица формы, изменение при линейной замене переменных. Квадратичная форма на пространстве, связь с однородными многочленами. Полярная к квадратичной симметрическая билинейная форма. Метод Лагранжа приведения к диагональному виду. Закон инерции вещественных квадратичных форм. Теорема Якоби. Положительно определенные квадратичные формы.

VIII) Элементы теории конечных полей (5 ак.ч. лекции, 5 ак.ч. практические занятия, 4 ак.ч. сам. работа по методическим материалам)

Тема 1. «Расширения полей». Конечные и алгебраические расширения. Минимальный многочлен алгебраического элемента. Конструкция присоединения корня неприводимого многочлена к полю.

Тема 2. «Конечные поля». Характеристика поля. Число элементов в конечном поле. Автоморфизм Фробениуса. Теорема существования и единственности конечного поля. Мультипликативная группа конечного поля.

Тема 3. «Приложения конечных полей». Периодические линейные рекуррентные последовательности над конечным полем. Период чисел Фибоначчи по простому модулю. Понятие о линейных кодах. Циклические коды. Проверочная и порождающая матрица кода. Код Хэмминга. Коды Боудхури-Хоквингема, исправляющие ошибки.

Промежуточная аттестация. Сам. работа -10 ак. ч., зачет – 2 ак. ч.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Во время занятий могут цитироваться и демонстрироваться выдержки из следующих источников:

1. Р. А. Шмидт, Алгебра, СПб, 2008.
2. Э.Б. Винберг, Курс алгебры, М., 2002.
3. А. И. Кострикин, Введение в алгебру. Часть 1. Основы алгебры, М., 2004
4. А. И. Кострикин, Введение в алгебру. Часть 2. Линейная алгебра, М., 2000
5. А. И. Кострикин, Введение в алгебру. Часть 3. Основные структуры, М., 2004
6. И. М. Гельфанд, Лекции по линейной алгебре, М., 2007.
7. Р. Лидл, Г. Нидеррайтер, Конечные поля, М., 1988.
8. Задачи по алгебре. Линейная алгебра, СПб, 2003.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень примерных вопросов для самостоятельной работы студентов

- Определения евклидова и унитарного пространств. Примеры.
- Матрица Грама для скалярного произведения.
- Ортонормированные базисы пространства. Унитарная и ортогональная группы.
- Процесс ортогонализации.
- Свойства ортогонального дополнения относительно скалярного произведения. Разложение пространства в ортогональную прямую сумму подпространств.
- Квадратичная форма как многочлен. Матрица квадратичной формы, ее изменение при линейном преобразовании переменных. Квадратичные формы и симметрические матрицы.
- Определение квадратичной формы на линейном пространстве.
- Примеры. Связь с квадратичной формой как многочленом.
- Теорема Лагранжа о квадратичных формах. Приведение квадратичной формы как многочлена к диагональному виду с помощью специальных неособенных преобразований переменных.
- Матрица квадратичной формы как отображения, ее изменение при замене базиса. Ранг квадратичной формы. Каноническая матрица квадратичной формы на комплексном пространстве.
- Каноническая матрица квадратичной формы на вещественном пространстве. Индексы инерции.
- Теорема Якоби.
- Положительно определенные квадратичные формы. Критерии.
- Приведение вещественной квадратичной формы к диагональному виду ортогональным

преобразованием переменных (без доказательства существования).

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения самостоятельных работ (промежуточный контроль)

Контрольная работа состоит из нескольких задач по определенным темам. Количество задач зависит от номера контрольной самостоятельной работы. Полностью не решенные задачи не зачитываются. Частично не решенная задача (пометка «+»), может быть зачтена после собеседования с преподавателем.

Методика проведения зачета в первом семестре

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на зачетном занятии.

Для получения отметки «зачтено» необходимо, чтобы были зачтены задачи по всем темам, включая как задачи из самостоятельных работ, так и личные домашние задания.

На зачет отводится 2 академических часа. Во время проведения зачета обучающемуся предоставляется возможность выполнить задания по всем темам, которые не были зачтены в результате проведения текущего контроля успеваемости. Задания можно выполнять в произвольном порядке.

Вторая и третья (с комиссией) попытка сдачи зачета по процедуре проведения аналогична зачетному занятию. При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями. Преподаватель, проводивший текущий контроль успеваемости предоставляет комиссии все материалы по текущему контролю успеваемости обучающегося.

Методика проведения текущего контроля успеваемости в форме коллоквиума

На подготовку к коллоквиуму выделяется один день. Коллоквиум проводится в форме теста из 10 вопросов и устного ответа по билетам.

В качестве тестовых используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы. На подготовку тестовой части отводится 50 мин.

Билет содержит один вопрос, который следует подготовить с полным доказательством. На подготовку к ответу отводится не менее 30 минут. После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на коллоквиум, основные графики.

За ответ выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по пятибалльной шкале и оценка A, B, C, D, E или F по шкале ECTS.

В случае получения оценки «неудовлетворительно» (ECTSF), билет с вопросами к коллоквиуму выносится на экзамен. В остальных случаях обучающийся имеет право пересдать билет коллоквиума по желанию, о чем следует заявить преподавателю в момент выдачи билетов на экзамене. При ответе на экзамене билетов коллоквиума и экзамена, время на подготовку устного ответа увеличивается до 2 академических часов.

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет 2 вопроса на подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на основные вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен (коллоквиум). В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы. Также студенту может быть вариант тестовой работы с 10 вопросами на 50 мин. в случае правильных ответов менее чем, на 5 вопросов теста ставится оценка "неудовлетворительно" (ECTSF).

Зачет во втором семестре проводится по той же методике, что и экзамен в первом семестре.

Выдается билет из двух вопросов, со временем подготовки 1 час.

Критерием допуска к зачету является выполнение всех (двух) личных домашних заданий, полученных во втором семестре и успешное написание самостоятельной работы.

Критерии оценивания на экзамене

Уровень освоения материала	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
Ответ на вопросы билета и доп. вопросы без замечаний	A	Отлично
Ответ на вопросы билета и доп. вопросы не более, чем с двумя несущественными неточностями	B	Хорошо
Наличие более двух (или одной существенной) неточностей, но без грубых ошибок	C	
Наличие грубой ошибки в ответе	D	Удовлетв.
Наличие в ответе более одной грубой ошибки, неполный ответ на один из вопросов	E	
Остальные случаи	F	Неуд.

Критерии оценивания на зачете по шкале ECTS

Уровень освоения материала	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
Выполнены все задания, не менее 90% заданий сделано не более чем за две попытки	A	Зачтено
Выполнены все задания, не менее 80% заданий сделано не более чем за две попытки	B	
Выполнены все задания, не менее 70% заданий сделано не более чем за две попытки	C	
Выполнены все задания, не менее 60% заданий сделано не более чем за две попытки	D	
Выполнены все задания, более 40% заданий сделано более чем за две попытки	E	
Не выполнены требования для оценки «зачтено»	F	Не зачтено

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Комплекты вариантов контрольных работ.

Примерный перечень вопросов к зачету (экзамену) по всем модулям дисциплины на текущий период обучения.

Примерный перечень вопросов к экзамену на текущий период обучения

Объединение, пересечение, разность, декартова степень множеств. Разбиение.

Бинарное отношение. Примеры. Эквивалентность. Связь эквивалентностей с разбиениями.

Отображение. Инъективные, сюръективные, биективные отображения. Ограничение, сужение, срезка. Примеры.

Композиция отображений. Свойства.

Обратимые отображения.

Бинарная алгебраическая операция.

Группа. Примеры.

Изоморфность групп.

Подгруппа, критерий. Примеры подгрупп.

Кольцо. Область целостности, поле, тело. Примеры. Изоморфность колец.
 Делимость в коммутативном кольце с 1, свойства. Ассоциированность.
 Наибольший общий делитель в евклидовом кольце.
 Взаимно простые элементы в евклидовом кольце.
 Простые элементы. Примеры. Свойства простых.
 Основная теорема арифметики.
 Теорема о делении с остатком для целых чисел. Каноническое разложение натурального числа. Бесконечность множества простых чисел.
 Класс вычетов по данному модулю. Полная система вычетов. Кольцо вычетов и его свойства.
 Обратимые классы вычетов. Приведенная система вычетов.
 Характеристика поля. Примеры.
 Теоретико-числовая функция Эйлера и ее свойства.
 Китайская теорема об остатках.
 Кольцо многочленов. Построение.
 Степень многочлена от одной переменной, свойства степени. Теорема о делении с остатком для многочленов.
 Теоремы Безу и Декарта. Число корней многочлена.
 Многочлены от нескольких переменных. Степень и ее свойства.
 Теорема о тождестве.
 Поле комплексных чисел. Вещественная и мнимая части комплексного числа. Действия в компонентах. Комплексное сопряжение и его свойства.
 Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Модуль и аргумент. Неравенства для модуля.
 Тригонометрическая форма записи комплексного числа, связь с действиями. Формула Муавра.
 Извлечение корня из комплексного числа.
 Комплексные корни из 1.
 Решение уравнений третьей и четвертой степеней. Разрешимость уравнений в радикалах.
 Неприводимые многочлены. Алгебраическая замкнутость поля. Основные теоремы алгебры и ее следствия.
 Матрицы. Сложение и умножение на скаляр.
 Умножение матриц. Ассоциативность умножения.
 Транспонированная матрица. Свойства транспонирования.
 Ранг матрицы в терминах ее миноров. Неизменность ранга при элементарных преобразованиях. Ранг трапециевидной матрицы.
 Система линейных уравнений. Матричная запись. Теорема Кронекера--Капелли.
 Метод Гаусса решения линейной системы. Число решений системы. Главные и свободные неизвестные.
 Однородные системы линейных уравнений.
 Многочлен от матрицы. Определитель произведения квадратных матриц. невырожденные матрицы, полная линейная группа.
 Взаимная матрица и ее свойства. Обратная матрица, методы ее вычисления.
 Линейное пространство. Определение, примеры, простейшие свойства.
 Линейная оболочка семейства векторов. Подпространство. Порождающее семейство.
 Линейная зависимость и независимость.
 Лемма о линейной зависимости линейных комбинаций.
 Базис и его равносильные описания.
 Размерность. Координаты. Изоморфность конечномерного пространства арифметическому.
 Изменение координат при замене базиса.
 Сумма и пересечение подпространств. Связь их размерностей.
 Прямая сумма подпространств.
 Производная многочлена. Свойства. Кратность корня и производная.
 Формула Тейлора.

Теорема Гаусса (формулировка). Неприводимые многочлены над полями вещественных и комплексных чисел.

Поле частных области целостности. Построение поля частных.

Поле дробно-рациональных функций. Правильные дроби.

Простейшие дроби. Разложение правильной дроби в сумму простейших.

Формула Лагранжа разложения на простейшие.

Интерполяционная задача. Интерполяция по Ньютону и по Лагранжу.

Кольцо многочленов от нескольких переменных. Основные понятия.

Матрица линейного отображения, ее свойства.

Изменение матрицы линейного отображения при замене базиса

Ядро и образ линейного отображения, их размерности

Каноническая матрица линейного отображения.

Критерий изоморфности линейного отображения.

Пространство линейных отображений, его связь с матричными пространствами.

Композиция отображений и матричное умножение. Изоморфизмы и обратимые матрицы.

Алгебра линейных операторов.

Критерий обратимости линейного оператора.

Примерный список вопросов к зачету по второму семестру.

Инвариантное подпространство. Операторы, ассоциированные с инвариантным подпространством.

Матрица оператора при наличии инвариантных подпространств.

Собственное число и собственный вектор оператора. Примеры.

Матрица оператора относительно собственного базиса.

Характеристический многочлен оператора. Теорема Гамильтона—Кэли для операторов.

Собственные подпространства и их свойства.

Диагонализуемые операторы. Критерий диагонализуемости.

Аннулятор вектора относительно оператора. Свойства аннуляторов.

Минимальный аннулятор вектора.

Циклическое подпространство. Клетка Фробениуса.

Примарные подпространства и их свойства. Корневые подпространства.

Формулировка теоремы Жордана

Определение квадратичной формы на линейном пространстве.

Примеры. Связь с квадратичной формой как многочленом.

Теорема Лагранжа о квадратичных формах. Приведение квадратичной формы как многочлена к диагональному виду с помощью специальных неособенных преобразований переменных.

Матрица квадратичной формы как отображения, ее изменение при замене базиса. Ранг квадратичной формы. Каноническая матрица квадратичной формы на комплексном пространстве.

Каноническая матрица квадратичной формы на вещественном пространстве. Индексы инерции.

Теорема Якоби.

Конечные и алгебраические расширения. Минимальный многочлен алгебраического элемента.

Конструкция присоединения корня неприводимого многочлена к полю.

Характеристика поля. Число элементов в конечном поле.

Автоморфизм Фробениуса.

Теорема существования и единственности конечного поля.

Мультипликативная группа конечного поля.

Периодические линейные рекуррентные последовательности над конечным полем.

Период чисел Фибоначчи по простому модулю.

№	Код индикатора и индикатор достижения	Контрольно-измерительные материалы (КИМ)

	универсальной компетенции	(тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения	Ответ на каждый вопрос билетов и на дополнительные вопросы, на которые обучающийся отвечает на экзамене первого семестра и зачёте второго семестра, оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень кандидата или доктора наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности). Преподаватели, привлекаемые к проведению практических занятий, должны иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не предполагается.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MSWindows, MSOffice, MozillaFireFox, GoogleChrome, AcrobatReaderDC, WinZip, АнтивирусКасперского

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не предусматриваются.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не предусматриваются.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Не предусматриваются.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Фаддеев Д.К. Лекции по алгебре. - СПб, 2002-2019. – ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
2. З.И. Борович. Определители и матрицы. - СПб, 2001-2009. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
3. А. А. Семенов, Р. А. Шмидт. Начала алгебры. - СПб, 2002.
4. Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. Задачи по высшей алгебре. - СПб, 2001-2008. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
5. Задачи по алгебре. Комплексные числа и многочлены. - СПб, 2011.
6. Задачи по алгебре. Основы теории чисел. - СПб, 2008.
7. Задачи по алгебре. Основы теории групп. - СПб, 1996.

3.4.2 Перечень иных информационных источников

Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<http://www.library.spbu.ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Математика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

Раздел 4. Разработчики программы

Пименов Константин Игоревич, кандидат физико-математических наук, доцент Кафедры высшей алгебры и теории чисел, k.pimenov@spbu.ru

Нестеров Владимир Викторович, кандидат физико-математических наук, доцент, старший преподаватель Кафедры высшей алгебры и теории чисел, v.v.nesterov@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математический анализ
Mathematical Analysis**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 15

Регистрационный номер рабочей программы: 003572

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Математический анализ» входит в перечень базовых дисциплин, формирующих основную подготовку бакалавра в области математических наук, и служит основой для изучения других математических дисциплин. Целью учебных занятий является обучение методам математического анализа; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к восприятию других математических и специальных дисциплин для формирования соответствующих компетенций. Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение основных разделов математического анализа; развитие навыков самостоятельного решения практических задач.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны иметь предварительную подготовку в объеме курса математического анализа, изучаемого в средней школе по программе математических классов.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	• умение исследовать асимптотику и критические значения функций, владение методами интегрирования функций одной и нескольких переменных, владение основными методами теории функций комплексной переменной и гармонического анализа в соответствии с программой учебной дисциплины.	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения

Обучающиеся, завершившие изучение дисциплины Математический анализ, приобретают следующие умения:

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины:

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Аудиторная учебная работа: лекции в объеме 2-4 часа + 2-4 часа практических занятий в неделю в зависимости от семестра.

Самостоятельная работа: а) под руководством преподавателя: нет,
б) в присутствии преподавателя: нет,
в) без участия преподавателя: индивидуальная работа с доступными математическими текстами, а также удовлетворение личных познавательных потребностей.

В данном курсе, как правило, применяются классические аудиторные методы. Наряду с этим в рамках самостоятельной работы предусматривается внеаудиторное освоение материала с использованием учебников и учебных пособий, а также текста некоторых разделов курса, представляемого лектором.

Объем активных и интерактивных форм учебных занятий – 100 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Предусмотрены учебные занятия с использованием дистанционных технологий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультация	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	48		2	45					5				62		54		50	6
	2-200		2-25	2-25					1-3				1-1		1-1			
Семестр 2	45		2	45					4				52		32		30	5
	2-200		2-25	2-25					1-3				1-1		1-1			
Семестр 3	45		2	30					4				40		23		20	4
	2-200		2-25	2-25					1-3				1-1		1-1			
ИТОГО	138		6	120					13				154		109			15

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		
Семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Модуль 1. Введение.	Лекции	8 ч.
	Практические занятия	6 ч.
Модуль 2. Числовые последовательности. Множества мощности континуума.	Лекции	8 ч.
	Практические занятия	7 ч.
Модуль 3. Предел функции.	Лекции	6 ч.
	Практические занятия	7 ч.
Модуль 4. Непрерывные функции.	Лекции	6 ч.
	Практические занятия	5 ч.
Модуль 5. Производная и дифференциал.	Лекции	20 ч.
	Практические занятия	20 ч.
Модуль 6. Неопределенный интеграл.	Лекции	5 ч.
	Практические занятия	14 ч.
Модуль 7. Определенный интеграл Римана.	Лекции	22 ч.
	Практические занятия	8 ч.
Модуль 8. Предел, непрерывность и дифференцируемость функций нескольких переменных.	Лекции	9 ч.
	Практические занятия	8 ч.
Модуль 9. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.	Лекции	9 ч.
	Практические занятия	15 ч.
Модуль 10. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.	Лекции	10 ч.
	Практические занятия	6 ч.
Модуль 11. Числовые ряды.	Лекции	10 ч.
	Практические занятия	6 ч.
Модуль 12. Функциональные последовательности и ряды.	Лекции	18 ч.
	Практические занятия	12 ч.
Модуль 13. Интегралы, зависящие от параметра.	Лекции	7 ч.
	Практические занятия	6 ч.

Модуль 1. Введение.

Первоначальные сведения о множествах и отображениях. Вещественные числа. Бином Ньютона. Два неравенства Коши. Ограниченные и неограниченные множества. Верхняя и нижняя грани. Теорема о существовании верхней грани. Функции. Мощность множества. Счетные множества.

Модуль 2. Числовые последовательности. Множества мощности континуума.

Предел последовательности (определение, единственность предела, ограниченность сходящейся последовательности). Свойства сходящихся последовательностей. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Арифметические действия над последовательностями, имеющими предел. Монотонные последовательности. Число e . Лемма о вложенных отрезках. Подпоследовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса. Несчетность отрезка $[0,1]$. Множества мощности континуума. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности.

Модуль 3. Предел функции.

Определение предела функции по Гейне и по Коши. Равносильность определений. Обобщение понятия предела функции. Свойства пределов функции. Предел монотонной функции. Критерий Коши существования предела функции. Замечательные пределы $(\lim(\sin x/x), \lim(1+x)^{1/x})$ при x стремящемся к 0). Сравнение функций. Метод выделения главной части функции и его применение к вычислению пределов.

Модуль 4. Непрерывные функции.

Точки непрерывности и точки разрыва функции. Арифметические действия над непрерывными функциями. Непрерывность суперпозиции. Непрерывность монотонной функции. Непрерывность элементарных функций. Функции непрерывные на отрезке (Теорема Больцано-Коши о промежуточных значениях, 1-ая и 2-ая теоремы Вейерштрасса). Понятие равномерной непрерывности функции. Теорема Кантора.

Модуль 5. Производная и дифференциал.

Определение производной. Геометрический и механический смысл производной. Определение дифференцируемости. Дифференциал, условие дифференцируемости. Производные суммы, произведения, частного функций. Производная обратной функции. Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы дифференциала. Производные основных элементарных функций. Производные и дифференциалы высших порядков. Теорема Лейбница. Основные теоремы дифференциального исчисления (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши). Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя. Формула Тейлора (с остаточным членом в форме Пеано, с остаточным членом в форме Лагранжа). Примеры разложения по формуле Тейлора. Исследование функций с помощью производных. Признак монотонности функции. Необходимые условия экстремума. Достаточные условия экстремума. Асимптоты. Интерполяционный полином Лагранжа. Выпуклость и точки перегиба.

Модуль 6. Неопределенный интеграл.

Понятия первообразной и неопределенного интеграла. Простейшие свойства неопределенного интеграла. Табличные интегралы. Интегрирование по частям. Замена переменной. Основные правила нахождения первообразной.

Модуль 7. Определенный интеграл Римана.

Определение интеграла. Суммы Дарбу. Условие существования интеграла Римана. Свойства интегрируемых функций. Свойства интеграла, выраженные равенствами. Свойства интеграла, выраженные неравенствами. Классы интегрируемых функций. Определенный интеграл с переменным верхним пределом (непрерывность, теорема Барроу). Формула Ньютона-Лейбница. Формула замены переменной и интегрирование по частям. Неравенства Гельдера и Минковского. Формула Валлиса. Формула Тейлора с интегральным остаточным членом. Несобственные интегралы с бесконечными пределами интегрирования. Несобственные интегралы от неограниченных функций. Геометрические приложения определенного интеграла (длина кривой, площадь поверхности вращения, площади криволинейной трапеции и криволинейного сектора, вычисление объема тела по известным площадям его поперечных сечений).

Модуль 8. Предел, непрерывность и дифференцируемость функций нескольких переменных.

Предел функций нескольких переменных (определения, простейшие свойства). Повторные пределы. Непрерывность функций нескольких переменных (определения, арифметические действия над функциями). Непрерывность суперпозиции непрерывных функций. Свойства функций непрерывных на компакте (теоремы Вейерштрасса, Кантора). Теорема о промежуточном значении. Частные производные. Дифференцируемость. Существование частных производных у дифференцируемой функции. Достаточное условие дифференцируемости в терминах частных производных.

Модуль 9. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала. Правила вычисления дифференциалов. Частные производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Теорема о смешанных производных. Формула Тейлора. Экстремум функции нескольких переменных. Неявные функции (случай одного уравнения). Неявные функции, заданные системой уравнений. Условный экстремум. Метод неопределенных множителей Лагранжа.

Модуль 10. Интегральное исчисление функций нескольких переменных.

Криволинейный интеграл первого рода (определение, свойства). Сведение криволинейного интеграла 1-ого рода к обыкновенному. Криволинейный интеграл второго рода (определение, свойства). Сведение криволинейного интеграла 2-ого рода к обыкновенному. Случай замкнутого контура. Двойной интеграл (определение, свойства, геометрический смысл). Вычисление двойного интеграла. Формула Грина. Замена переменных в двойных интегралах. Тройной интеграл.

Модуль 11. Числовые ряды.

Определение ряда и его сходимости. Критерий Коши сходимости ряда. Необходимое условие сходимости, гармонический ряд. Арифметические действия над рядами, теорема об остатке ряда. Ряды с неотрицательными членами (необходимое и достаточное условие сходимости, теоремы сравнения). Признаки Даламбера и Коши сходимости рядов с неотрицательными членами. Интегральный признак сходимости. Знакопередающие ряды. Теорема Лейбница. Начальные сведения об абсолютно сходящихся рядах. Теорема о перестановке членов абсолютно сходящегося ряда. Умножение рядов. Теорема Римана. Преобразование Абеля. Признаки Дирихле и Абеля сходимости ряда. Определение коэффициентов и ряда Фурье. Теорема Римана-Лебега. Частичная сумма ряда Фурье. Ядро Дирихле и его свойства. Принцип локализации Римана. Достаточное условие сходимости ряда Фурье в точке (условие Дини). Разложение некоторых кусочно-линейных функций в ряд Фурье. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.

Модуль 12. Функциональные последовательности и ряды.

Определение сходимости и равномерной сходимости. Сравнение. Критерий Коши равномерной сходимости. Теорема Вейерштрасса о равномерной сходимости. Почленный предельный переход в равномерно сходящихся последовательностях и рядах. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов и последовательностей. Степенные ряды. Радиус и интервал сходимости степенного ряда. Характер сходимости степенного ряда. Интегрирование и дифференцирование степенного ряда. Разложение элементарных функций в ряд Тейлора.

Модуль 13. Интегралы, зависящие от параметра.

Равномерное стремление к предельной функции. Случай собственных интегралов, зависящих от параметра (предельный переход под знаком интеграла, дифференцирование под знаком интеграла, интегрирование под знаком интеграла). Случай несобственных интегралов, зависящих от параметра (равномерная сходимости, предельный переход под знаком интеграла, интегрирование и дифференцирование интеграла по параметру). Бета и Гамма функции.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся:

- общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;
- фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений обучающихся согласно требованиям курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения зачета.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре на зачетном занятии. Для получения отметки «зачтено» необходимо, чтобы были зачтены задачи по всем темам. На зачет отводится 2 академических часа.

При второй и третьей (с комиссией) попытках сдачи зачета обучающемуся предоставляется возможность выполнить задания по всем темам, которые не были зачтены в результате проведения текущего контроля успеваемости. Задания можно выполнять в произвольном порядке.

При сдаче зачета с комиссией работа проверяется не одним, а тремя преподавателями. Преподаватель, проводивший текущий контроль успеваемости, предоставляет комиссии все материалы по текущему контролю успеваемости обучающегося.

Методика проведения экзамена.

Экзамен проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к экзамену. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на основные вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме курса. Также в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача.

За ответ на экзамене выставляется оценка «не удовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Критерии выставления оценок за ответ на экзамене.

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия:

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

Критерии оценки на экзамене в системе ECTS.

Оценка «А» ставится в тех же случаях, что и оценка «отлично».

Оценка «В» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено не более двух неточностей.

Оценка «С» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено более двух неточностей.

Оценка «D» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено не более одной грубой ошибки.

Оценка «Е» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено более одной грубой ошибки.

Оценка «F» ставится в тех же случаях, что и оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценки на зачете в системе ECTS.

Оценка «А» ставится, если выполнены требования для оценки «зачтено» и при этом не менее 90% заданий сделано не более чем за две попытки.

Оценка «В» ставится, если выполнены требования для оценки «зачтено» и при этом не менее 80% заданий сделано не более чем за две попытки.

Оценка «С» ставится, если выполнены требования для оценки «зачтено» и при этом не менее 70% заданий сделано не более чем за две попытки.

Оценка «D» ставится, если выполнены требования для оценки «зачтено» и при этом не менее 60% заданий сделано не более чем за две попытки.

Оценка «Е» ставится, если выполнены требования для оценки «зачтено» и при не более чем за две попытки сделано менее 60% заданий.

Оценка «F» ставится в тех же случаях, что и оценка «не зачтено».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный список вопросов к экзаменам по всем семестрам.

1 семестр

1. Множества и действия с ними. Формулы де Моргана для двух множеств. Декартово произведение множеств.
2. Понятие отображения, частные случаи, примеры. График отображения. Сужение и композиция отображений. Образ и прообраз множества при отображении.
3. Инъекция, сюръекция и биекция - определения и примеры. Обратное отображение. Обратимость и биективность отображения.
4. Объединение и пересечение семейства множеств. Формулы де Моргана для семейства множеств.
5. Принцип математической индукции. Бином Ньютона. Неравенство Бернулли.
6. Аксиома Архимеда. Целая часть вещественного числа. Плотность множества рациональных чисел.

7. Аксиома полноты. Теорема о стягивающихся отрезках.
8. Супремум и инфимум, их существование.
9. Счетные множества. Теорема Кантора о несчетности промежутка.
10. Предел последовательности. Единственность предела и ограниченность сходящейся последовательности.
11. Предельный переход в неравенстве, теорема о сжатой последовательности.
12. Арифметические действия над сходящимися последовательностями.
13. Бесконечный предел. Бесконечно большие и бесконечно малые. арифметические действия над бесконечно большими.
14. Предел монотонной последовательности.
15. Число e .
16. Подпоследовательности. Принцип выбора Больцано-Вейерштрасса.
17. Фундаментальные последовательности. Критерий Больцано-Коши.
18. Предел функции. Равносильность определений предела функции по Коши и по Гейне.
19. Единственность предела, локальная ограниченность, стабилизация знака.
20. Арифметические действия над пределами функций.
21. Предел композиции.
22. Односторонние пределы. Предел монотонной функции.
23. Критерий Больцано-Коши для функций.
24. Вычисление предела функции $\sin(x)/x$ при x стремящемся к 0.
25. Вычисление предела функции $\ln(1+x)/x$ при x стремящемся к 0.
26. Символы Ландау, их простейшие свойства, примеры. Метод выделения главной части функции и его применение к вычислению пределов.
27. Непрерывность функции в точке. Точки разрыва и их классификация.
28. Арифметические действия с непрерывными функциями. Композиция непрерывных функций.
29. Теоремы Вейерштрасса.
30. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора.
31. Теоремы о промежуточном значении и сохранении промежутка.
32. Теорема о непрерывности монотонной функции. Непрерывность обратной функции.
33. Теорема о единственности асимптотического разложения.
34. Дифференцируемость функции в точке (3 равносильных условия). Дифференцируемость и непрерывность в точке.
35. Арифметические действия над производными.
36. Дифференцирование композиции и обратной функции.
37. Производные элементарных функций.
38. Теоремы Ферма и Ролля.
39. Теоремы Лагранжа и Коши о среднем.
40. Правило Лопиталя.
41. Производные и дифференциалы высших порядков.
42. Формула Тейлора с остатком в форме Пеано.
43. Формула Тейлора с остатком в форме Лагранжа.
44. Формулы Тейлора для элементарных функций.
45. Приближенные вычисления для чисел e и $\ln(2)$. Иррациональность числа e .
46. Монотонность и производная.
47. Локальные экстремумы. Необходимое условие локального экстремума.
48. Достаточные условия экстремума в терминах второй производной.
49. Теорема Дарбу и ее следствия.
50. Определения выпуклой и вогнутой функций. Лемма о трех хордах.
51. Существование односторонних производных у выпуклой функции.
52. Критерии выпуклости в терминах первой и второй производных.
53. Неравенство Йенсена. Неравенства Коши между средним арифметическим и средним геометрическим.
54. Неравенства Юнга, Гёльдера и Минковского.

2 семестр

1. Первообразная, описание множества первообразных функций на промежутке, примеры. Линейность неопределённого интеграла.
2. Замена переменной в неопределённом интеграле.
3. Интегрирование по частям. Примеры.
4. Интегрирование рациональных функций.
5. Римановы суммы, интегрируемость по Риману. Верхние и нижние суммы Дарбу.
6. Свойства сумм Дарбу.
7. Критерий интегрируемости по Риману с леммой об ограниченности.
8. Колебание функции на множестве, критерий интегрируемости на языке колебаний. Интегрируемость непрерывной функции.
9. Интегрируемость по Риману монотонной функции.
10. Интегрируемость сужения. Интегрируемость кусочно непрерывной функции.
11. Арифметические действия над интегрируемыми функциями.
12. Примеры интегрируемых и неинтегрируемых функций: функции Дирихле и Римана.
13. Аддитивность по промежутку и линейность интеграла Римана.
14. Монотонность интеграла, следствия.
15. Первая теорема о среднем, следствия.
16. Теорема Барроу. Формула Ньютона-Лейбница.
17. Интегрирование по частям в определённом интеграле.
18. Замена переменной в определённом интеграле, примеры.
19. Формула Тейлора с остатком в интегральной форме.
20. Формула Валлиса.
21. Вторая теорема о среднем.
22. Несобственный интеграл, определение сходимости, критерий Больцано-Коши. Примеры.
23. Свойства несобственных интегралов.
24. Замена переменной в несобственном интеграле.
25. Признак сравнения сходимости несобственного интеграла.
26. Сходимость и абсолютная сходимость.
27. Признаки Абеля и Дирихле, примеры.
28. Длина кривой.
29. Интеграл и площадь подграфика. Пример.
30. Площадь в полярных координатах. Пример.
31. Неравенство Йенсена для интегралов.
32. Неравенства Юнга, Гёльдера, Минковского для интегралов. Неравенство для интегральных средних.
33. Предел функции нескольких переменных, эквивалентные определения, простейшие свойства.
34. Арифметические действия над пределами отображений. Предельный переход в неравенстве. Предел композиции.
35. Двойной и повторный пределы. Примеры.
36. Непрерывность отображения, эквивалентные определения. Примеры.
37. Арифметические действия над непрерывными отображениями. Непрерывность композиции.
38. Теорема об образе компакта, её следствия, теорема Вейерштрасса.
39. Равномерная непрерывность, теорема Кантора.
40. Дифференцируемость отображения в точке. Производный оператор, дифференциал, градиент. Единственность производного оператора.
41. Дифференцирование сложной функции.
42. Дифференцируемость и арифметические операции.
43. Дифференцирование обратного отображения.

44. Производная по вектору, производная дифференцируемой функции по вектору. Экстремальное свойство градиента.
 45. Частные производные, выражение матрицы Якоби, градиента, дифференциала через частные производные. Инвариантность формы дифференциала.
 46. Дифференцируемость функции с непрерывными частными производными. Примеры.
 47. Определение частных производных высших порядков. Примеры.
 48. Частные производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков.
 49. Теорема о смешанных производных.
 50. Многомерная формула Тейлора-Лагранжа.
 51. Экстремум функции нескольких переменных.
 52. Неявные функции (случай одного уравнения).
 53. Неявные функции, заданные системой уравнений.
 54. Условный экстремум.
 55. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
- 3 семестр

1. Криволинейный интеграл первого рода (определение, свойства).
2. Сведение криволинейного интеграла 1-ого рода к обыкновенному.
3. Криволинейный интеграл второго рода (определение, свойства).
4. Сведение криволинейного интеграла 2-ого рода к обыкновенному. Случай замкнутого контура.
5. Двойной интеграл (определение, свойства, геометрический смысл).
6. Вычисление двойного интеграла.
7. Формула Грина.
8. Замена переменных в двойных интегралах. Тройной интеграл.
9. Определение ряда и его сходимость. Необходимое условие сходимости ряда и критерий Больцано-Коши.
10. Гармонический ряд.
11. Арифметические действия над сходящимися рядами. Теорема о группировке членов ряда.
12. Ряды с неотрицательными членами.
13. Признак сравнения и его следствия.
14. Признаки Коши и Даламбера. Примеры.
15. Интегральный признак Коши. Вычисление асимптотики частичных сумм гармонического ряда.
16. Абсолютно сходящиеся ряды.
17. Признаки Абеля и Дирихле.
18. Признак Лейбница. Примеры применения признаков Лейбница, Дирихле и Абеля.
19. Теорема о перестановке членов ряда. Теорема Римана (формулировка).
20. Умножение рядов. Теорема Коши.
21. Теорема Римана.
22. Равномерная сходимость последовательности функций. Равносильные определения. Примеры.
23. Критерий Коши равномерной сходимости и его отрицание. Примеры.
24. Теорема о перестановке пределов. Теорема Стокса-Зайделя.
25. Теорема о почленном интегрировании.
26. Теорема о дифференцировании сходящейся последовательности функций.
27. Равномерная сходимость функциональных рядов. Критерий Коши.
28. Признак Вейерштрасса.
29. Признаки Абеля и Дирихле равномерной сходимости функционального ряда.
30. Признак Лейбница. Примеры применения признаков Лейбница, Дирихле и Абеля.
31. Непрерывность суммы ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование.
32. Степенные ряды. Радиус сходимости. Формула Коши-Адамара.
33. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов.

34. Ряд Тейлора. Разложение элементарных функций в степенные ряды.
35. Определение коэффициентов и ряда Фурье. Теорема Римана-Лебега.
36. Частичная сумма ряда Фурье. Ядро Дирихле и его свойства.
37. Принцип локализации Римана.
38. Достаточное условие сходимости ряда Фурье в точке (условие Дини). Следствие.
39. Разложение некоторых кусочно-линейных функций в ряд Фурье.
40. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля.
41. Случай собственных интегралов, зависящих от параметра (предельный переход под знаком интеграла).
42. Случай собственных интегралов, зависящих от параметра (дифференцирование под знаком интеграла).
43. Случай собственных интегралов, зависящих от параметра (интегрирование под знаком интеграла).
44. Случай несобственных интегралов, зависящих от параметра (равномерная сходимость).
45. Случай несобственных интегралов, зависящих от параметра (предельный переход под знаком интеграла).
46. Случай несобственных интегралов, зависящих от параметра (интегрирование по параметру).
47. Случай несобственных интегралов, зависящих от параметра (дифференцирование интеграла по параметру).
48. Бета и Гамма функции.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения	Ответ на каждый вопрос билетов и на дополнительные вопросы, на которые обучающийся отвечает на экзаменах трёх семестров, оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций могут быть допущены преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента. Преподаватели, привлекаемые к проведению практических занятий, должны иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом специальных требований нет

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел или маркер для доски, губки для доски, бумага формата А4, картридж к принтеру.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа. Т.1-2.-М: Физматлит, 2002-2022. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
2. Кудрявцев, Лев Дмитриевич. Курс математического анализа: учебник для бакалавров / Л. Д. Кудрявцев ; Московский физико-технический институт. - М.: Юрайт, 2012 - Т. 1. - М. : Юрайт, 2012. - 703 с. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
3. Демидович, Борис Павлович. Сборник задач по математическому анализу. - М: АСТ, 2005-2022 ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ.
4. Вулих Б.З. Краткий курс теории функций вещественной переменной. - М. 1973.
5. Виноградов О.Л. Математический анализ: учебник. – СПб: БХВ-Петербург, 2017. -752 с.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<http://www.library.spbu.ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

Раздел 4. Разработчики программы

Роткевич Александр Сергеевич, к.ф.-м.н., доцент Кафедры математического анализа,
a.rotkevich@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дискретная математика
Discrete Mathematics

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 8

Регистрационный номер рабочей программы: 003578

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Дискретная математика» является одной из базовых дисциплин цикла, формирующего подготовку специалиста в области информационных технологий. Отдельные параметры курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком языковом и концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение основным понятиям и базовым методам дискретной математики, подготовка к восприятию специальных дисциплин, развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; знакомство с различными подходами дискретной математики, подготовка к самостоятельному решению различных прикладных задач.

Основной целью курса является знакомство обучающихся с многообразием постановок задач дискретной математики и их многочисленных приложений в современной технике и науке.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса рассчитана на обучающихся, изучавших обычный школьный курс математики, а в дальнейшем некоторые вопросы университетских курсов алгебры и математического анализа.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	Знать корректные постановки классических задач	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения
2	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач	Знать корректные постановки классических задач	ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач

		профессиональной деятельности		

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Аудиторная учебная работа: теоретические занятия в объёме 2 часов в неделю, экзамен в конце осеннего и весеннего семестров. Практические занятия в объёме 1 часа в неделю. Самостоятельная работа обучающихся заключается в подготовке к практическим занятиям, решении домашних заданий, работе с литературой по курсу для устранения индивидуальных трудностей в освоении отдельных разделов курса.

Объём активных и интерактивных форм учебных занятий – 50 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	32		2	16					2				42		50		30	4
	2-45		2-45	2-25					1-3				1-1		1-1			
Семестр 2	32		2	16					2				64		28		20	4
	2-45		2-45	2-25					1-3				1-1		1-1			
ИТОГО	64		4	32					4				106		78			8

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			экзамен, устно	по графику промежуточной аттестации		
Семестр 2			экзамен, устно	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Курс обучения состоит из двух модулей — в первом и втором семестре.

Модуль С1.

Тема 1. Основы теории множеств

Множества, способы задания и операции над ними. Разбиение множеств. Произведение разбиений, теорема о его существовании. Принцип математической индукции. Мощность множества всех подмножеств. Прямое произведение множеств.

Тема 2. Предикаты и отношения

Бинарные отношения, их свойства бинарных отношений. Отношение порядка. Частичный и линейный порядки, отношение строгого порядка. Топологическая сортировка. Минимальные и максимальные элементы. Теорема о существовании топологической сортировки. Расписание, длина и высота расписания. Цепи и критические пути. Теорема о существовании кратчайшего расписания. Антицепи. Теорема о существовании разбиения на антицепи. Лемма Дилуорса. Задача о построении наибольшей возрастающей подпоследовательности.

Тема 3. Основы комбинаторики

Комбинаторное доказательство. Перестановки, размещения и сочетания. Способы их нумерации и перечисления. Биномиальные и мультиномиальные коэффициенты. Формула включений-исключений.

Тема 4. Элементарная теория вероятностей

Парадокс Монти Холла. Эксперимент, исход, событие, вероятность. Условная вероятность. Закон полной вероятности. Формула Байеса. Дискретная случайная величина, арифметические операции над случайными величинами. Математическое ожидание и дисперсия дискретной случайной величины, их свойства.

Тема 5. Методы моделирования дискретных случайных величин и их приложения

Датчик случайных чисел, псевдослучайные числа. Моделирование дискретного распределения. Метод Уолкера моделирования дискретного распределения. Моделирование дискретной случайной величины с помощью последовательности случайных бит. Задача об оптимальном префиксном коде, алгоритма Хаффмена. Неравенство Крафта.

Цель данного этапа обучения: см. пункт 1.1.

Знания и умения по завершении профессионально-ориентированного модуля:
см. пункт 1.3.

Итоговый контроль: экзамен по материалам лекций.

Модуль С2.

Тема 6. Энтропия и информация

Энтропия, её свойства. Условная энтропия. Количество информации, её свойства. Код Хэмминга.

Тема 7. Процессы

Случайные процессы. Конечные автоматы. Марковские цепи, классификация состояний. Случайные блуждания.

Тема 8. Теория графов

Ориентированные графы. Ациклические графы, их свойства. Сильная связность орграфов, компоненты сильной связности. Неориентированные графы. Связность неориентированного графа. Обход графа в глубину. Деревья, их свойства. Минимальное остовное дерево, алгоритмы Краскала, алгоритм Прима-Ярника. Дерево кратчайших путей на взвешенном графе, алгоритм Дейкстры.

Тема 9. Динамическое программирование

Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Задача «о размене». Задача «о кратчайшем спуске до единицы». Задача о наибольшей возрастающей подпоследовательности. Задача о независимом множестве на дереве. Задача о построении матрицы кратчайших расстояний. Метод Флойда-Уоршалла. Задача «о бродячем торговце».

Тема 10. Экстремальные задачи

Задача о наибольшем потоке в сетевом графе. Величина поток и мощность разреза, двойственность связанных с ними экстремальных задач. Задача о наибольшем потоке в сетевом графе. Паросочетание в двудольном графе. Размер паросочетания и размер контролирующего множества, двойственность связанных с ними экстремальных задач. Задача о назначениях. Венгерский метод.

Тема 11. Производящие функции

Производящие функции. Элементарные преобразования. Вычисление производящей функции некоторых известных последовательностей. Решение комбинаторных задач методом производящих функций.

Цель данного этапа обучения: см. пункт 1.1.

Знания и умения по завершении профессионально-ориентированного модуля:
см. пункт 1.3.

Итоговый контроль: экзамен по материалам лекций.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа. Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении вопросов на занятии, посещение практических занятий, выполнение домашних работ и прочей самостоятельной работы, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

Во время занятий могут цитироваться и демонстрироваться выдержки из следующих источников:

1. Алгоритмы: построение и анализ : учебник / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. - М.: МЦНМО: БИНОМ, 2004. - 955 с.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся:

- общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;
- фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений обучающихся согласно требований курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы
Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся по освоению дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимися осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой

Контроль за самостоятельной работой осуществляется в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Общая аттестация складывается из итога контроля самостоятельной работы по практическим занятиям и результатами промежуточной аттестации.

Контроль за самостоятельной работой обучающихся проводится в течение семестра на практических занятиях в форме письменных проверочных работ.

Методика проведения промежуточной аттестации, в целом, соответствует традиционной форме сдачи устного экзамена по изучаемой дисциплине. Экзаменационный билет состоит из

двух вопросов и опросной части. Как правило, один из вопросов билета — теоретического (проверка знаний утверждений, теорем, их доказательства), другой — практического характера (демонстрация понимания и знания алгоритмов, изучаемых в курсе, их обоснований, практические задачи). Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 40 минут. Опросная часть состоит из нескольких тестовых вопросов закрытого типа, время подготовки варьируется от 15 до 20 минут в зависимости от количества заданий.

После ответа на вопросы билета и проверке ответов на задания опросной части, преподаватель может задать дополнительные вопросы, ответы на которые также влияют на оценку по предмету.

Критерии выставления оценок:

$$30\% \cdot \text{Вопр}_1 + 30\% \cdot \text{Вопр}_2 + 20\% \cdot \text{ОпроснаяЧасть} + 20\% \cdot \text{УсредДоп}$$

При этом вопросы оцениваются от 0 (нет ответа) до 1 (очень хороший ответ), ответы на дополнительные вопросы усредняются.

Критерии общего оценивания освоения дисциплины следующие.

Уровень освоения материала	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
90%-100%	A	Отлично
80%-89%	B	Хорошо
70%-79%	C	
61%-69%	D	Удовлетв.
50%-60%	E	
менее 50%	F	Неуд.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Возможные варианты экзаменационных билетов.

Билет 1.

1. Докажите, что всякое конечное частично упорядоченное множество A имеет топологическую сортировку Q , согласованную с некоторым частичным порядком R на A .
2. Пусть a дискретная случайная величина, все n исходов которой равновозможны. Рассчитайте математическое ожидание и дисперсию a .

Билет 2.

1. Докажите теорему об эквивалентности частичного порядка отношению вложения на некотором множестве множеств.
2. Рассматривается бинарное отношение R на непустом множестве A , пусть X — непустое подмножество A . Докажите (или опровергните), что если R антисимметрично, то и сужение R на X антисимметрично.

Билет 3.

1. Сформулируйте и докажите Лемму Дилуорса.
2. Дана последовательность $S = (4, 9, 3, 6, 1, 8, 5, 7, 2)$. Проиллюстрируйте работу алгоритма нахождения максимальной возрастающей подпоследовательности в S . Обоснуйте корректность алгоритма.

Возможные задания опросной части. (Задания на экзамен оформляются в LaTeX, символы, недоступные для набора в стандартных текстовых редакторах, здесь заменены их командами в системе TeX.)

Рассматриваются A, B — произвольные конечные множества. R — некоторое бинарное отношение на A . Отметьте все (и только) верные утверждения.

1. $\varnothing \in 2^{\{\varnothing\}}$
2. $\varnothing \in 2^{\{\varnothing\}}$
3. $A = B$ тогда и только тогда, когда $A \subseteq B$ и $B \subseteq A$
4. $A = B$ тогда и только тогда, когда $|A \cap B| = |B|$
5. $A \neq B$ тогда и только тогда, когда $|A \cap B| = \varnothing$
6. R не является рефлексивным тогда и только тогда, когда для каждого $a \in A$ выполняется $(a, a) \notin R$
7. R не является антирефлексивным тогда и только тогда, когда найдётся такой $a \in A$, что $(a, a) \in R$
8. Если бинарное отношение не является симметричным, то оно асимметрично.
9. Критическим путём для произвольного элемента a множества A строго частично упорядоченного отношением R называется цепь наибольшей длины, заканчивающаяся в a .
10. Антицепью в частично упорядоченном множестве называется всякое наибольшее по включению множество попарно несравнимых элементов.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения	Ответ на каждый вопрос билетов и на дополнительные вопросы, на которые обучающийся отвечает на экзаменах двух семестров, оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.
2	ОПК-2.2 Уметь проводить формализацию и алгоритмизацию поставленных задач	Ответ на каждый вопрос билетов и на дополнительные вопросы, на которые обучающийся отвечает на экзаменах двух семестров, оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению семинаров привлекаются преподаватели, имеющие базовое образование и/или ученую степень соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специализированное оборудование не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специализированное программное обеспечение не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Расходные материалы – мел/фломастеры

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Дискретный анализ: учебное пособие / И. В. Романовский. - 4-е изд., испр. и доп. - СПб: Невский диалект; СПб: БХВ-Петербург, 2008. - 335 с.
2. Дискретная математика для бакалавров и магистров: учебник для вузов / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - М.; СПб; Нижний Новгород : Питер, 2014. - 399 с.
3. Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы: Учебное пособие / Ю. И. Журавлев, Ю. А. Флеров, М. Н. Вялый. - М.: Контакт Плюс, 2010. - 333 с.
4. Комбинаторика для программистов: Пер. с польского / В. Липский ; пер. В. А. Евстигнеев, О. А. Логинава ; ред. пер. А. П. Ершов. - М.: Мир, 1988. - 213 с.
5. Лекции по теории графов : учебное пособие / В. А. Емеличев [и др.]. - М. : Наука, 1990. - 383 с.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>

Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

[http://www.library.spbu.ru/cgi-](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource%20type=8>

Раздел 4. Разработчики программы

Луцив Дмитрий Вадимович, кандидат физ.-мат. наук, доцент Кафедры системного программирования

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дифференциальные и разностные уравнения
Differential and Difference Equations**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 003613

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Обучение основным методам теории обыкновенных дифференциальных уравнений и основам теории разностных уравнений, подготовка обучающихся к восприятию других дисциплин, использующих теорию дифференциальных и разностных уравнений, а также к использованию этих методов при решении задач естествознания, экономики и других прикладных задач; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления, подготовка к самостоятельным научным исследованиям; подготовка к восприятию других математических и специальных дисциплин.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение основных разделов теории дифференциальных и разностных уравнений; развитие навыков самостоятельного решения практических задач и геометрической интерпретации полученных результатов; обеспечение базы для усвоения приближенных методов вычислений и соответствующих компьютерных программ; повышение математической культуры обучающегося.

Курс дифференциальных и разностных уравнений дает обучающемуся комплекс аналитических, алгебраических и геометрических методов, позволяющих изучать свойства широкого спектра математических моделей в естествознании. Дисциплина «Дифференциальные и разностные уравнения» является одной из базовых в подготовке к профессиональной деятельности в области информационных технологий и служит основой для изучения других математических дисциплин как теоретического, так и прикладного характера, входящих в программу обучения на факультете, таких как инженерная экономика, вычислительная математика, методы оптимизации и исследование операций.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен иметь предварительную подготовку по основным математическим дисциплинам - математическому анализу, высшей алгебре и геометрии, изучаемых на I курсе математико-механического факультета университета.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 – способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Иметь представление о возможностях применения ее разделов, уметь решать основные типы дифференциальных и разностных уравнений и систем, уметь исследовать свойства решений таких уравнений, владеть основными методами теории устойчивости по Ляпунову, качественными и аналитическими методами теории дифференциальных уравнений	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Практические занятия - 20 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекция	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 4	60		2	30					2				50		36		20	5
	2-42		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	60		2	30					2				50		36			5

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 4			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Дифференциальные и разностные уравнения первого порядка	лекции	10
		практические занятия	6
		по методическим материалам	8
2	Дифференциальные и разностные уравнения высших порядков	лекции	12
		практические занятия	6
		по методическим материалам	10
3	Системы дифференциальных и разностных уравнений	лекции	12
		практические занятия	6
		по методическим материалам	8
4	Зависимость решений от начальных данных и параметров	лекции	4
		практические занятия	2
		по методическим материалам	6
5	Основные понятия теории устойчивости движения	лекции	12
		практические занятия	6
		по методическим материалам	8
6	Динамические системы, порождаемые автономными и разностными уравнениями	лекции	10
		практические занятия	4
		по методическим материалам	10
	Экзамен	Консультация	2
		промежуточная аттестация (самостоятельная)	36
		экзамен	2

Содержание учебных занятий:

Тема 1. Дифференциальные и разностные уравнения первого порядка

Понятие дифференциального уравнения 1-го порядка. Примеры. Основные понятия и определения: интегральная кривая, область определения уравнения, задача Коши. Математические модели, приводящие к дифференциальным уравнениям. Методы интегрирования дифференциального уравнения с помощью рядов, с помощью аналитических приемов.

Геометрическое интегрирование дифференциального уравнения с помощью ломаных Эйлера. Поле направлений, ломаные Эйлера как сведение дифференциального уравнения к разностному уравнению. Формулировка теоремы Пеано.

Уравнение с разделяющимися переменными. Замена переменной. Однородное уравнение, обобщенно однородное уравнение. Линейное уравнение. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнение в симметричной форме, расширение понятия решения, поля наклонов, особые точки. Уравнение в полных дифференциалах: теорема об общем решении, признак уравнения.

Тема 2. Дифференциальные и разностные уравнения высших порядков

Уравнения, допускающие понижение порядка, основные методы понижения порядка.

Линейное уравнение n -го порядка, теорема о существовании решений. Линейное однородное уравнение: линейность пространства решений, линейная независимость решений. Теорема о базисе. Линейное неоднородное уравнение: теорема о множестве решений и метод вариации. Линейное однородное уравнение с постоянными коэффициентами: характеристический многочлен, общее решение.

Разностные уравнения, определения и примеры; арифметическая и геометрическая прогрессии. Разностные уравнения, возникающие из дифференциальных уравнений.

Линейные однородные разностные уравнения с постоянными коэффициентами: линейность пространства решений, линейная независимость решений, теорема о базисе. Построение базиса: характеристический многочлен, случаи простых, кратных и комплексных корней. Линейные неоднородные разностные уравнения: теорема о множестве решений, метод неопределенных коэффициентов.

Тема 3. Системы дифференциальных и разностных уравнений

Системы дифференциальных уравнений, основные понятия. Сведение к нормальной системе. Задача Коши. Формулировка теоремы Пеано, промежуток Пеано. Интегральное уравнение, эквивалентное задаче Коши. Условие Липшица. Теорема о связи условия Липшица с дифференцируемостью. Пикаровские приближения, их сходимости. Теорема Пикара. Промежуток Пеано.

Лемма Гронуолла. Единственность решения. Продолжимость решений. Определение, необходимое и достаточное условие продолжимости. Теорема о полном решении и компакте. Теорема о существовании полного решения.

Линейные системы: теорема о существовании решений. Линейные однородные системы: линейность пространства решений, линейная независимость решений, теорема об изоморфизме. Фундаментальная матрица, ее свойства. Вронскиан, его свойства.

Линейные однородные системы с постоянной матрицей коэффициентов. Экспонента матрицы: определение, сходимости, свойства. Жорданова форма, вычисление экспоненты. Экспонента кратной клетки Жордана. Теоремы об оценке экспоненты матрицы.

Линейные неоднородные системы: теоремы о множестве решений и метод вариации.

Тема 4. Зависимость решений от начальных данных и параметров

Непрерывная зависимость решений от начальных данных и параметров. Теорема об интегральной непрерывности. Формулировка теоремы о дифференцируемости решений.

Тема 5. Основные понятия теории устойчивости движения

Определения устойчивости по Ляпунову. Сведение вопроса об устойчивости произвольного решения к вопросу об устойчивости нулевого решения, выделение линейного приближения. Теорема об устойчивости линейной системы (через фундаментальную матрицу).

Устойчивость линейных систем с постоянной матрицей коэффициентов (через собственные числа).

Линеаризация, Теорема об устойчивости по первому приближению.

Тема 6. Динамические системы, порождаемые автономными и разностными уравнениями

Автономные системы дифференциальных уравнений, свойства решений. Типы траекторий, теорема о классификации траекторий.

Классификация Пуанкаре точек покоя линейных систем на плоскости. Линеаризация в окрестности точек покоя автономных систем. Теорема Пуанкаре.

Одномерные автономные разностные уравнения. Диаграмма Ламерея. Аттрактор и репеллер.

Иллюстрация сложной динамики на примере возникновения Канторова множества для кусочно-линейного отображения.

Примеры реальных природных процессов, описываемых дифференциальными и разностными уравнениями.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

По курсу дифференциальных и разностных уравнений предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий. Лекции читают и проводят практические занятия опытные преподаватели, как правило, с большим стажем работы.

Все обучающиеся должны быть обеспечены учебниками и задачником, рекомендованными по курсу.

Обучающиеся должны посещать лекций, практические занятия, выполнять задания преподавателей.

Обучающимся необходимо знать содержание лекций, уметь формулировать определения основных понятий и утверждений, уметь применять методы и доказательства теорем при решении конкретных задач по программе практических занятий.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном выполнении домашних, индивидуальных и контрольных заданий целесообразно использовать рекомендованные учебники и задачники, а также дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

В течение учебного года по дисциплине задаются задачи и упражнения для самостоятельной работы. По окончании курса проводится устный экзамен.

В процессе обучения каждый обучающийся снабжается набором задач, которые необходимо уметь решать для положительной оценки по промежуточной аттестации.

Методика проведения экзамена

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и обучающийся удаляется с экзамена.

Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса. Сразу после получения билета обучающийся должен продемонстрировать знание основных формулировок по вопросам билета. Время на подготовку развернутых ответов на вопросы билета – 40 минут.

После ответа обучающегося на вопросы билета преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов по материалу курса и предложить обучающемуся задачу повышенной сложности. Время на её решение ограничено временем проведения экзамена, но не менее 40 минут.

Критерии выставления оценок:

Оценка «отлично» (А) ставится за полный ответ на вопросы билета, на дополнительные вопросы преподавателя и правильное решение задачи повышенной сложности.

Оценка «хорошо» (В) ставится за полный ответ на вопросы билета, на дополнительные вопросы и отказ от получения задачи повышенной сложности (или её неправильное решение).

Оценка «хорошо» (С) ставится за полный ответ на вопросы билета и дополнительные вопросы (возможно, с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» (D) ставится за знание определений и формулировок основных теорем по каждой теме курса и недостаточно полный ответ на вопросы билета.

Оценка «удовлетворительно» (Е) ставится за знание определений и формулировок основных теорем по каждой теме курса (возможно, с помощью наводящих подсказок преподавателя) и недостаточно полный ответ на вопросы билета.

Оценка «неудовлетворительно» (F) ставится в остальных случаях.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный список вопросов и заданий для самостоятельной работы и промежуточной аттестации:

1. Найти общее и особые решения конкретного уравнения 1-го порядка.

2. Решить геометрическую или физическую задачу на составление и решение дифференциального уравнения.
3. Определить области существования и единственности решений для данного уравнения.
4. Решить линейное однородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами.
5. Решить неоднородное линейное дифференциальное уравнение методом вариации.
6. Решить линейное однородное разностное уравнение с постоянными коэффициентами.
7. Решить неоднородное линейное разностное уравнение.
8. Решить линейную однородную дифференциальную или разностную систему.
9. Найти производную по начальному данному или параметру для конкретной задачи Коши.
10. Выписать разложение решения в ряд по начальным данным или параметру.
11. Определить устойчивость нулевого решения системы или уравнения по явной формуле общего решения или по первому приближению.
12. Определить устойчивость линейной дифференциальной или разностной системы.

Примерный перечень вопросов к экзамену.

1. Понятие дифференциального уравнения 1-го порядка. Примеры, приводящие к дифференциальным уравнениям, математические модели.
2. Основные понятия: решение дифференциального уравнения, интегральная кривая, область определения уравнения, задача Коши.
3. Методы интегрирования дифференциального уравнения с помощью рядов, с помощью аналитических приемов.
4. Геометрическое интегрирование дифференциального уравнения с помощью ломаных Эйлера.
5. Поле направлений, ломаные Эйлера как сведение дифференциального уравнения к разностному уравнению.
6. Формулировка теоремы Пеано.
7. Уравнение с разделяющимися переменными.
8. Замена переменных. Однородное уравнение, обобщенно однородное уравнение.
9. Линейное уравнение. Уравнения Бернулли и Риккати.
10. Уравнение в симметричной форме, его решения, поле наклонов, особые точки.
11. Уравнение в полных дифференциалах. Теорема об общем решении.
12. Признак уравнения в полных дифференциалах.
13. Системы дифференциальных уравнений, основные понятия и определения.
14. Интегральное уравнение, эквивалентное задаче Коши.
15. Условие Липшица.
16. Теорема Пикара. Промежуток Пеано.
17. Приближения Пикара, их сходимость.
18. Лемма Гронуолла.
19. Единственность решения.
20. Продолжимость решений. Определение, необходимое и достаточное условие продолжимости решения за точку.
21. Теорема о существовании полного решения.
22. Линейное уравнение n -го порядка, теорема о существовании решений.
23. Линейное однородное уравнение, линейная независимость решений.
24. Теорема о базисе.
25. Линейное неоднородное уравнение, множество его решений. Метод вариации.
26. Линейное однородное уравнение с постоянными коэффициентами: характеристический многочлен. Общее решение.
27. Разностные уравнения, определения и примеры; арифметическая и геометрическая прогрессии.
28. Разностные уравнения, возникающие из дифференциальных уравнений.

29. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами: линейность пространства решений.
30. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами: линейная независимость решений, теорема о базисе.
31. Построение базиса: характеристический многочлен, случаи простых, кратных и комплексных корней.
32. Линейные неоднородные разностные уравнения: теорема о множестве решений, метод неопределенных коэффициентов.
33. Линейные системы: теорема о существовании решений.
34. Линейные однородные системы: линейность пространства решений, линейная независимость решений, теорема об изоморфизме.
35. Фундаментальная матрица, ее свойства. Вронскиан, его свойства.
36. Линейные однородные системы с постоянной матрицей коэффициентов.
37. Экспонента матрицы: определение, сходимость, свойства.
38. Жорданова форма, вычисление экспоненты. Экспонента кратной клетки Жордана.
39. Теоремы об оценке экспоненты матрицы.
40. Линейные неоднородные системы: множество решений, метод вариации.
41. Определения устойчивости решения по Ляпунову. Сведение к вопросу об устойчивости нулевого решения, выделение линейного приближения.
42. Теорема об устойчивости линейной системы (через фундаментальную матрицу).
43. Устойчивость линейных систем с постоянной матрицей коэффициентов.
44. Линеаризация. Теорема об устойчивости по первому приближению.
45. Автономные системы дифференциальных уравнений, свойства решений.
46. Типы траекторий, теорема о классификации траекторий.
47. Классификация Пуанкаре точек покоя линейных систем на плоскости.
48. Линеаризация в окрестности точек покоя автономных систем. Теорема Пуанкаре.
49. Одномерные автономные разностные уравнения. Диаграмма Ламерея. Аттрактор и репеллер.
50. Иллюстрация сложной динамики на примере возникновения Канторова множества для кусочно -линейного отображения.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения	ответы на оба вопроса на экзамене и ответы на дополнительные вопросы независимо оцениваются по шкале от 0 (нет ответа/не сделано) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

К преподаванию практических занятий могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом Специальных требований нет.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий
Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования
Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования
Не предусмотрено

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения
Не предусмотрено

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски в объеме, необходимом для проведения занятий, по заявкам преподавателей.

3.4. Информационное обеспечение

Список литературы

1. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Высшая школа, 1991. (Допущено Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебного пособия для студентов университетов, обучающихся по специальности «Математика»).
2. Бибиков Ю.Н. Общий курс обыкновенных дифференциальных уравнений. - СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2005.
3. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. - М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013.
4. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. - СПб: Лань, 2011..
5. Романко В.К. Разностные уравнения. - М.: Бином, 2006-2012.
6. Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. - 7-е изд., доп. - СПб: «Лань», 2002.
7. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. - М., 1967-2008.
8. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М. 1984.
9. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М. 1970.
10. Плисс В.А., Ильин Ю.А. Теория нелинейных колебаний. I. Основные свойства периодических систем. II. Периодические решения автономных систем. СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета. 2012.
11. Беллман Р. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений. - М., 1954-2003.
12. Коддингтон Э.А., Левинсон Н. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1958-2010.
13. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М. 1978. Есть 1970.
14. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М.: Мир, 1970.

Перечень иных информационных источников

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource%20type=8>

Раздел 4. Разработчики программы

Бибиков Юрий Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, профессор Кафедры дифференциальных уравнений,

Ильин Юрий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент, доцент Кафедры дифференциальных уравнений

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Математическая логика
Mathematical Logic

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 003620

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Математическая логика» входит в перечень обязательных дисциплин, формирующих основную подготовку бакалавра в области математических наук. Она представляет собой комплекс знаний умений и навыков, позволяющих овладеть математическими методами; развить у обучающихся навыки решения математических задач.

Целью дисциплины является обучение методам математической логики; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к восприятию других математических дисциплин.

Основной задачей курса является изучение основных разделов математической логики; развитие навыков самостоятельного решения задач; обеспечение базы для усвоения формализованных спецификаций, алгоритмических методов и их компьютерных реализаций.

Отдельные параметры односеместрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения в целом, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого — к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Главный принцип, который лежит в основе данной программы, — это следование концепции Европейского уровня работы с формализацией математических формулировок и тем образовательным стандартам, которые обозначены этим документом в рамках приобретения компетенций, которые включают практические и теоретические компоненты.

По окончании обучения обучающиеся должны знать содержание дисциплины «Математическая логика» и иметь достаточно полное представление о возможностях применения ее разделов в различных прикладных областях науки и техники; уметь формализовывать условия и утверждения средствами математической логики и теории алгоритмов, строить выводы секвенций.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Максимальная эффективность обучения будет достигнута при условии владения обучающимися базовых математических понятий для формулировки и формализации математических утверждений. Поэтому программа дисциплины рассчитана на обучающихся второго года обучения.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования,	1. Знать содержание дисциплины "Математическая логика" и иметь достаточно полное представление о возможностях	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения

		теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	применения ее разделов в различных прикладных областях науки и техники. 2. Уметь применять основы математической логики для решения разнообразных математических задач. 3. Уметь формализовывать условия и утверждения средствами математической логики и теории алгоритмов, строить выводы секвенций. 4. Быть способным приобретать новые знания, используя современные образовательные технологии. 5. Иметь способность к анализу информации и адаптации к новым парадигмам. 6. Иметь исследовательские навыки. 7. Иметь сформированную компетенцию:	

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий
Практические занятия – 10 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 4	30		2	15					2				38		21		10	3
	2-25		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	30		2	15					2				38		21		10	3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 4			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 4

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение. Место и роль математической логики в историко-научном развитии.	лекции	2
		практические занятия	0
		по методическим материалам	4
2	Исчисление высказываний. Понятие пропозициональной формулы. Равнозначность пропозициональных формул. Выразимость булевых функций через пропозициональную формулу. Секвенция и ее логическая и числовая интерпретация. Секвенциальное исчисление высказываний. Семантическое обоснование, непротиворечивость и полнота исчисления.	лекции	6
		практические занятия	4
		по методическим материалам	6
3	Исчисление предикатов. Понятие термина. Атомарная формула. Формула исчисления предикатов. Секвенция и ее логическая интерпретация. Секвенциальное исчисление предикатов. Формализация математических и других утверждений в языке исчисления предикатов. Построение выводов и семантических интерпретаций.	лекции	6
		практические занятия	4
		по методическим материалам	8
4	Аксиоматические теории. Исчисление предикатов с равенством (аксиомы равенства и согласованности с равенством). Аксиоматические теории (группы, упорядоченные множества). Формальная арифметика. Аксиомы элементарной теории чисел (формальной арифметики). Первая теорема Геделя о неполноте арифметики. Вторая теорема Геделя о непротиворечивости арифметики. Парадокс Рассела. Аксиоматическая теория множеств. Теоретико-множественные гипотезы.	лекции	8
		практические занятия	2
		по методическим материалам	8
5	Элементы теории алгоритмов. Данные для алгоритмов. Программы на языке Паскаль как алгоритмы. Простейшие теоремы о невозможности алгоритмов. Понятие массовой проблемы. Алгоритмическая неразрешимость простейших массовых проблем: проблема применимости, непродолжимость универсального алгоритма до всюду применимого. Различные варианты точного понятия алгоритма: нормальный алгоритм, машина Тьюринга, недетерминированная машина Тьюринга, альтернирующая машина Тьюринга, примитивно рекурсивные функции. Неразрешимость проблемы равенства слов в алфавите. Неразрешимость проблемы тавтологичности в исчислении предикатов. Перечислимые и разрешимые множества.	лекции	5
		практические занятия	3
		по методическим материалам	6

	Операции над перечислимыми множествами		
6	Элементы теории сложности алгоритмов. Определение иерархии по времени и памяти детерминированных, недетерминированных и альтернирующих машин Тьюринга. Определение и примеры NP-полных и PSPACE-полных задач.	лекции	3
		практические занятия	2
		по методическим материалам	6
	Всего		30 ак.ч. - лекции, 15 ак. ч. - практические занятия, 38 ак. ч. - сам.работа по метод материалам

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Освоение дисциплины состоит в разборе основных понятий, принципов и типичных задач по темам курса и решения практических заданий с использованием компьютера. Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена в традиционной устной форме.

Экзаменационный билет содержит один вопрос, посвященный важному понятию математической логики и аксиоматических теорий.

1. К экзамену допускается обучающийся, решивший все задачи практической работы и набравший не менее 35 баллов при условии, что каждая задача решена не менее, чем на половину, то есть за неё начислено не менее половины возможных баллов. В противном случае выставляется оценка F --- «неудовлетворительно».

Критерии начисления баллов за практическую работу:

- первая задача – до 10 баллов;
- вторая задача – до 10 баллов;
- третья задача при условии решения обоих пунктов – до 10 баллов;
- четвертая задача – до 10 баллов (поровну за каждый пункт).

2. Непосредственно на экзамене предварительно экзаменуемый должен ответить на вопросы по основным понятиям логики, теории моделей, аксиоматических теорий. Предлагается три вопроса, каждый из которых оценивается в 11 баллов. Баллы снижаются за неточности в ответе. При наборе менее 15 баллов ответ считается неудовлетворительным (оценка F). Максимальное количество баллов за ответ --- 33.

3 После этого следует ответ на вопрос с определения основных понятий и теорем рассматриваемого билета. За верные определения и формулировки основных терем рассматриваемой темы начисляется максимально 35 баллов. При наборе менее 15 баллов выставляется оценка «неудовлетворительно» (F).

3. Доказательство основных теорем билета --- 17 баллов.

4. Дополнительные баллы – до 6 баллов.

Критерии оценок

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Замечание. Оценка «неудовлетворительно» (F) может быть выставлена по итогам ответа на билет на этапе 1, 2 или 3.

Демонстрация непонимания следующих понятий и обозначений как в ходе предварительного опроса, так и в ходе ответа на билет, включая решение задач, влечет оценку «неудовлетворительно»:

Список вопросов, на которые должен быть дан правильный ответ. Если ответ не дается, то независимо от набранных баллов обучающийся получает оценку «незачтено»:

1. Определение пропозициональной формулы.
2. Валентность пропозициональной формулы.
3. Теоремы о выражении пропозициональной формулы через три логические связки, через две логические связки.
4. Теоремы о приведении пропозициональной формулы к конъюнктивной и дизъюнктивной нормальной формам, совершенным нормальным формам.
5. Определение формулы исчисления предикатов.
6. Определение свободных и связанных переменных.
7. Определение свободы для подстановки терма в формулу исчисления предикатов.
8. Определение секвенции.
9. Определение вывода.
10. Определение и минимальный список правил вывода.
11. Выводимость формул.
12. Теории в языке исчисления предикатов: определение, противоречивость и непротиворечивость.
13. Элементарная аксиоматическая теория чисел (перечень аксиом).

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерный список вопросов по курсу.

1. Алфавит, слово, формальный язык. Дерево разбора. Примеры.
2. Язык высказываний. Синтаксис и классическая семантика. Выполнимые формулы и тавтологии.
3. Представление булевой функции формулой. СКНФ/СДНФ. Теоремы о СКНФ/СДНФ.
4. Логическое следование. Теорема о логическом следовании. Логические законы.
5. Теории в языке высказываний, виды теорий. Модели теорий. Примеры.
6. Исчисление. Общее понятие вывода. Пример исчисления палиндромов.
7. Классическое гильбертовское исчисление высказываний (из аксиом достаточно привести пять). Вывод из гипотез.
8. Обобщенная теорема о корректности. Обобщенная теорема о дедукции. (Для высказываний)
9. Лемма Линденбаума для счетного языка высказываний. Теорема о существовании модели.
10. Теорема о полноте. Теорема компактности. (Для высказываний)
11. Поиск контрпримера к формуле. Секвенциальное исчисление высказываний.

12. Частичный порядок. Порядки на формулах. Диаграмма Хассе. Булева алгебра (из аксиом достаточно привести три). Алгебра Линденбаума.
13. Язык предикатов первого порядка с равенством. Сигнатура. Синтаксис. Подстановки термов вместо переменных.
14. Классическая семантика первого порядка. Индексы де Брауна. Конгруэнтные формулы.
15. Классическое гильбертовское исчисление предикатов первого порядка (новые аксиомы). Вывод из гипотез.
16. Обобщенная теорема о корректности. Обобщенная теорема о дедукции. (Для предикатов)
17. Теорема о полноте (формулировка). Теорема компактности. Применения. (Для предикатов)
18. Поиск контрпримера к формуле. Секвенциальное исчисление предикатов.
19. Формальные аксиоматические теории: группы, кольца, поля.
20. Формальные аксиоматические теории: арифметики Пресбургера, Пеано, полная теория натуральных чисел.
21. Первая и вторая теоремы Геделя о неполноте.
22. Отношение полного порядка. Формулировка теоремы Цермело. Ординалы. Кардиналы. Континуум-гипотеза.
23. Трансфинитная индукция/рекурсия. Примеры.
24. Парадоксы теории множеств. Аксиоматическая теория множеств Цермело-Френкеля (несколько аксиом). Аксиома выбора.
25. Лямбда-исчисление. Термы и формулы. Альфа и бета преобразования.
26. Нумералы Чёрча. Лямбда-исчисление как модель вычислимости.
27. SKI-исчисление. Термы и формулы.
28. Простые типы. Типизированное SKI исчисление.

Замечание. Список вопросов может варьироваться. Некоторые вопросы могут быть исключены, возможно добавление новых, изменение формулировки.

Темы задач для практической работы по исчислению высказываний и предикатов:

1. Приведение пропозициональных формул к нормальным формам.
2. Проверка логического следствия для пропозициональных выводов.
3. Построение вывода секвенции или предъявление контрпримера в случае невыводимости. Предлагается две-три секвенции, одна из которых заведомо выводима, а одна нет.
4. Формализация в некотором языке исчисления предикатов алгебраических, геометрических и общезыковых понятий и фактов (3 задачи).

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения	Каждая из практических задач, каждый ответ на вопросы билета и каждый ответ на дополнительный вопрос оцениваются по шкале от 0 (нет ответа/не сделано) до 10 (очень хорошо), затем баллы усредняются. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

3.1.4.1 Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
 - ☐ Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - ☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.
- Шкала оценивания: линейная, определяется при ответах на вопросы экзамена,

проверяющих данную компетенцию.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Специальных требований нет

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специальных требований нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специальных требований нет.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Требуется мел примерно 3 – 4 стандартных куска на 2 часа лекций и практических занятий, тряпки для вытирания досок – не менее трёх на 2 часа занятий.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Косовская Т.М. Обучение формализации и проверке правильности рассуждений средствами исчисления высказываний и предикатов: учебное пособие. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2013. – 128 с.

2. Лавров И.А., Максимова Л.Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. — 5-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2004. — 256 с. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ

3. Клини С. Математическая логика. – М.: Наука, 1973-2005. - 391 с.

4. Косовский Н.К. Элементы математической логики и ее приложения к теории субрекурсивных алгоритмов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980-1981. - 192 с.

5. Косовский Н.К., Тишков А.В. Логика конечнзначных предикатов на основе неравенств. – СПб: Изд-во С.-Петербургского университета, 2000. - 268 с.

6. Косовский Н.К. Основы теории элементарных алгоритмов. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. - 152 с.
7. Мальцев А.И. Алгоритмы и рекурсивные функции — 2-е изд. — М.: Наука, 1965-1986. — 368 с
8. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – М., Мир, 1982. - 416 с.

3.4.2 Перечень иных информационных источников

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Ловягин Юрий Никитич, кандидат физико-математических наук, доцент, старший преподаватель Кафедры информатики
y.lovyagin@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Управление программными проектами
Software Project Management**

**Язык(и) обучения
русский**

**Трудоемкость в зачетных единицах: 2
Регистрационный номер рабочей программы: 003693**

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Управление программными проектами» представляет обучающимся комплекс знаний, умений и навыков, позволяющих овладеть основами управления проектами в области разработки программного обеспечения в сфере искусственного интеллекта. Такие знания необходимы для успешной интеграции выпускников вузов в компании, занимающиеся промышленной разработкой программного обеспечения.

Отдельные параметры односеместрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся.

Курс должен быть построен на принципах компетентностного, деятельностного подхода к управлению проектами (в сфере искусственного интеллекта), как к форме организации деятельности коллектива для достижения поставленных целей в условиях ограниченных ресурсов, что предполагает распределение содержания обучения по следующим видам деятельности: изучение основных концепций управления проектами, изучение специфических вопросов управления проектами разработки программного обеспечения, выполнение индивидуальных заданий, выполнение коллективных заданий (вне аудитории и в аудитории).

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения основам управления проектами в целом, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение основам управления проектами разработки программного обеспечения (в сфере искусственного интеллекта); формирование навыка разработки основных проектных документов; получение опыта выполнения отдельных задач руководителя проекта; формирование проектного подхода к решению различных производственных и учебных задач.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа дисциплины предназначена обучающимся 4 курса бакалавриата по направлениям «Программная инженерия», «Прикладная информатика» и рассчитана на слушателей, изучавших основы разработки программного обеспечения в объеме трех курсов бакалавриата и владеющих базовыми навыками работы с компьютером.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся:

- Владеет основами промышленного подхода к разработке программного обеспечения (Software Engineering).
- Владеет основами социальной психологии.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует

программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	Знать: основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы Уметь: применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы	ОПК-4.1 Использует навыки составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.
ОПК-8 Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Умеет: выполнять организационные мероприятия на всех стадиях жизненного цикла информационных систем. Знать: стандарты управления жизненным циклом информационных систем	ОПК-8.1 Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.
ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	Уметь: анализировать и оценивать инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; коммуникации в деловом взаимодействии. Знать: инструменты и методы коммуникаций в проектах;	ОПК-9.1 Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в

	каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций	деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.
ПКА-1-ИИ-УК-1 Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	Знать: текущее состояние информационного общества и роль искусственного интеллекта в его развитии Уметь: анализировать сущность и значение искусственного интеллекта в развитии современного информационного общества	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности ПКА-1-ИИ-УК-1.2. Использует технологии сбора, обработки, интерпретации, анализа и обмена информацией с учетом требований информационной безопасности
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-2-ИИР-ОПК-2 Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Знать: основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла Уметь: управлять проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: общую структуру концепции реализуемого проекта, понимать ее составляющие и принципы их формулирования Уметь: формулировать взаимосвязанные задачи, обеспечивающие достижение поставленной цели;	УК-2.2 Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия.	УК-3.1 Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия.
УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	Уметь: реализовывать проекты на всех этапах их жизненного цикла	УКБ-1.1 Умеет реализовывать проекты
УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий
Лекции – 10 ак.ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	15							2		15			33		7		10	2
	2-25							2- 25		2-25			1-1		1-1			
ИТОГО	15							2		15			33		7			2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий
Базовый курс Основная траектория Очная форма обучения
Период обучения: Семестр 7

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Тема 1. Основные понятия проектного подхода к разработке программного обеспечения.	лекции	3
		Под руководством преподавателя	2
		по методическим материалам	5
2	Тема 2. Подготовительная работа и старт проекта.	лекции	4
		Под руководством преподавателя	4
		по методическим материалам	10
3	Тема 3. Текущие процессы управления проектом.	лекции	6
		Под руководством преподавателя	7
		по методическим материалам	16
4	Тема 4. Управление качеством и завершение проектов.	лекции	2
		Под руководством преподавателя	2
		по методическим материалам	2

Тема 1. Основные понятия проектного подхода к разработке программного обеспечения.

Основные понятия. Специфика проектов разработки ПО в сфере искусственного интеллекта.

Жизненный цикл проекта в сфере искусственного интеллекта. Обязанности руководителя проекта.

Тема 2. Подготовительная работа и старт проекта.

Виды проектов и модели оплаты

Устав проекта и план управления проектом

Структурная декомпозиция работ, календарный план-график

Оценка проекта: объем, трудоемкость, сроки, стоимость

Технико-коммерческое предложение

Основы договорных отношений

Тема 3. Текущие процессы управления проектом.

Управление персоналом. Подбор кадров. Поведение в конфликтных ситуациях.

Управление рисками

Коммуникации. Эффективное проведение совещаний.

Бюджет проекта и управление стоимостью

Управление изменениями

Тема 4. Управление качеством и завершение проектов.

Основы управления качеством ПО и тестирования

Закрытие проекта

Анализ завершенных проектов

Самостоятельная работа

Выполняется обучающимися самостоятельно и в малых проектных группах, результаты публикуются на сайте поддержки курса в сети Интернет.

Примерное содержание занятий под руководством преподавателя.

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части)	Кол-во часов
1	Тема 1. Выбор проекта с обоснованием	2
2	Тема 2. Устав проекта, план управления проектом, оценка проекта	4
3	Тема 3. Вакансия, план собеседования, план управления рисками, повестка совещания, бюджет проекта	7
4	Тема 4. План тестирования, анализ завершенного проекта	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы и выполнение домашних заданий.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины. Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов. Одна из форм самостоятельной работы – это подготовка проектных документов и их публикация на сайте поддержки курса. Для выполнения заданий используются материалы лекций и источники, указанные в обязательной и дополнительной литературе. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, а также через сайт поддержки курса. Преподаватель также оказывает помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Общая оценка складывается из следующих компонентов:

1. Текущий контроль успеваемости: оценивается от 0 до 130 баллов
 - 1.1. Выполнение командных заданий (в малых группах): 10 заданий, каждое оценивается от 0 до 10 баллов;
 - 1.2. Выполнение индивидуальных заданий: 3 задания, каждое оценивается от 0 до 10 баллов;
2. Промежуточная аттестация в форме зачета: оценивается от 0 до 130 баллов
 - 2.1. Основной вопрос: оценивается от 0 до 50 баллов
 - 2.2. Дополнительные вопросы: оценивается от 0 до 30 баллов
 - 2.3. Обсуждение прочитанной литературы: оценивается от 0 до 50 баллов

Все командные и индивидуальные задания должны быть выполнены и переданы преподавателю до объявленного срока. В случае задержки менее, чем на одну неделю, оценка за соответствующее задание снижается на 30%. При задержке от одной до двух недель оценка снижается на 50%. При большей задержке оценка снижается на 100%. В случае нарушения правил оформления задания оценка за это задание может быть снижена

на 30%.

Студенты, не выполнившие одно или более из заданий на дату, предшествующую дате промежуточной аттестации, получают оценку «не зачтено» (ECTS F) без проведения промежуточной аттестации независимо от набранной суммы баллов.

Студенты, выполнившие все задания не позже, чем за 1 неделю до даты промежуточной аттестации и набравшие не менее 70% от максимального количества баллов, могут получить оценку "зачтено" по результатам выполнения заданий с оценкой ECTS, соответствующей набранным баллам (таблица соответствия приведена далее по тексту), или на общих основаниях участвовать в промежуточной аттестации.

Итоговая оценка рассчитывается из суммы всех полученных баллов согласно таблице:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка СПбГУ при проведении зачёта	Оценка ECTS
90-100	зачтено	A
80-89	зачтено	B
70-79	зачтено	C
61-69	зачтено	D
50-60	зачтено	E
менее 50	не зачтено	F

Методика проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Промежуточная аттестация проводится в устной форме и состоит из трех частей:

1. Основной вопрос: оценивается от 0 до 50 баллов
2. Дополнительные вопросы: оценивается от 0 до 30 баллов
3. Обсуждение прочитанной литературы: оценивается от 0 до 50 баллов

Билет содержит 1 вопрос из списка вопросов к промежуточной аттестации. При подготовке к ответу на основной вопрос допускается использование литературы и сети Интернет.

После ответа на основной вопрос билета, преподаватель задает дополнительный вопрос (или несколько вопросов) по любой теме из рассмотренных в ходе курса. Предполагается, что обучающийся должен рассказать по заданному дополнительному вопросу основные тезисы, определения, взаимосвязи, примеры использования, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений. При подготовке к ответу на дополнительные вопросы использование любых материалов не допускается.

Возможно проведение зачета в дистанционном формате, например с помощью корпоративного MS Teams.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо),

	использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	результат усредняется
2	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
3	ОПК-4.1 Использует навыки составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
4	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
5	ОПК-8.1 Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
6	ОПК-9.1 Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
7	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности ПКА-1-ИИ-УК-1.2. Использует технологии сбора, обработки, интерпретации, анализа и обмена информацией с учетом требований информационной безопасности	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
8	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
9	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется

10	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
11	УК-2.2 Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
12	УК-3.1 Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия.	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
13	УКБ-1.1 Умеет реализовывать проекты	ответы на вопросы зачёта оцениваются по шкале от 0 (не сделано) до 100 (очень хорошо), результат усредняется
14	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	итоговый процент освоения дисциплины

3.1.4.1 Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-8 Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла
- ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп
- ПКА-1-ИИ-УК-1 Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2 Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,

имеющихся ресурсов и ограничений

- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
 - УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
 - УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.
- Шкала оценивания:** линейная, определяется при ответах на вопросы зачета, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2 Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Основные понятия (проект, управление проектом). Обязанности руководителя проекта
2. Специфика проектов разработки ПО в сфере искусственного интеллекта
3. Виды проектов и модели оплаты
4. Устав проекта
5. План управления проектом
6. Структурная декомпозиция работ (WBS)
7. Подходы к оценке объема и трудоемкости проекта
8. Оценка времени (календарный план-график) и стоимости проекта
9. Команда проекта
10. Подбор персонала и проведение интервью
11. Основы поведения в конфликтных ситуациях
12. Мотивация персонала
13. Бюджет проекта
14. Управление рисками
15. Тестирование ПО в сфере искусственного интеллекта и управление качеством
16. Закрытие проекта и анализ заверченного проекта

Примеры тестовых вопросов:

1. Цель проекта это...
 - a. Нахождение проблемы, с которой требуется столкнуться во время проекта
 - b. Утверждение (результат), которого хотелось достичь
 - c. Оценка результатов
 - d. Оценка исходных условий и результатов
2. Проект отличается от процессной деятельностью тем, что...
 - a. Проект уникален по своей цели и методам реализации, а также имеет четкие сроки исполнения
 - b. Процесс менее продолжителен чем проект
 - c. Проект может быть циклическим
 - d. Проект может быть однотипен
3. Манифест гибкой разработки программного обеспечения и 12 принципов, лежащих в его основе называются:
 - a. Agile
 - b. PSP
 - c. DevOps
 - d. Kanban
4. Какая часть ресурсов расходуется на начальном этапе реализации проекта?
 - a. 0-5%

- b. 15-30%
 - c. 40+%
 - d. 9-15 %
5. Выберите самые важные факторы, которые влияют на реализацию проекта
 - a. Экономический
 - b. Социальный
 - c. Организационный
 - d. Правовой
 6. Выберите характеристику проекта, в который могут вкладываться венчурные инвесторы:
 - a. Проект новый и растущий
 - b. Проект потенциально является прорывной технологией
 - c. Доходность проекта потенциально выше рыночной
 - d. Ничего из вышеперечисленного
 7. Что такое веха в проекте?
 - a. Важное событие в реализации проекта, которое может оцениваться для контроля за его ходом
 - b. Логически связанные процессы, выполнение которых приводит к достижению цели проекта
 - c. Любое событие на проекте
 - d. Ничего из вышеперечисленного
 8. Структурная декомпозиция проекта это...
 - a. Представление иерархической структуры работы проекта в наглядном виде
 - b. Способ делегирования обязанностей на проекте
 - c. Финансовый план, разделенный по задачам
 - d. Ничего из вышеперечисленного
 9. Промежуток между началом и концом проекта это...
 - a. Стадия проекта
 - b. Результат проекта
 - c. Поддержка проекта
 - d. Жизненный цикл проекта
 10. Выберите формы финансирования проекта:
 - a. Самофинансирование
 - b. Использование заемных средств
 - c. Государственный
 - d. Привлекаемый

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования Стандартное оборудование и ПО, используемое для обучения в СПбГУ.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специализированное оборудование не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Программное обеспечение для работы в сети Интернет и для создания электронных документов (в форматах MS Word и/или PDF) и презентаций (в форматах MS PowerPoint и/или PDF).

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Маркеры цветные для доски (не перманентные) и для флип-чарта - не менее 3 цветов в наличии, губки, блокноты для флип-чарта.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Управление проектами : учебник / под ред. Н.М. Филимоновой, Н.В. Моргуновой, Н.В. Родионовой. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 349 с. Doi: 10.12737/textbook_5a2a2b6fa850b2.17424197. — ISBN 978-5-16-013197-9. — ЭР по подписке СПбГУ:
2. Попов, Ю. И. Управление проектами : учебное пособие / Ю. И. Попов, О. В. Яковенко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-16-002337-3. — ЭР по подписке СПбГУ:
3. Тихомирова, О. Г. Управление проектами: практикум : учебное пособие / О. Г. Тихомирова. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 273 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-011601-3. — ЭР по подписке СПбГУ:
4. Поташева, Г. А. Управление проектами (проектный менеджмент) : учебное пособие / Г.А. Поташева. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 224 с. — Doi 10.12737/17508. — ISBN 978-5-16-010873-5. — ЭР по подписке СПбГУ:
5. Библиографическая ссылка: Сысоева, Л. А. Управление проектами информационных систем : учебное пособие / Л.А. Сысоева, А.Е. Сатунина. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 345 с. — Doi 10.12737/textbook_5cc01bbf923e13.56817630. — ISBN 978-5-16-013775-9. — ЭР по подписке СПбГУ:

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Романовский Константин Юрьевич, к.ф.-м.н., доцент, Кафедра системного программирования, k.romanovsky@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Информатика
Informatics**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 073573

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Информатика» входит в перечень базовых дисциплин, формирующих основную подготовку специалиста в области информатики и вычислительной техники, и служит основой для изучения других дисциплин, касающихся искусственного интеллекта и науки о данных. Она представляет собой комплекс знаний и навыков, позволяющих овладеть методами построения программных и аналитических решений, развить у обучающихся навыки решения прикладных задач в области информатики и вычислительной техники, тестирования и анализа компьютерных алгоритмов. Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся научно-теоретических и практических знаний, умений и навыков системного анализа, алгоритмизации и программирования на языке высокого уровня; развитие логического мышления; подготовка к восприятию как общепрофессиональных дисциплин, так и узких, профессиональных дисциплин.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса нацелена на обучающихся 1-го курса и рассчитана на первоначальное знакомство с программированием как математической дисциплиной. Максимальная эффективность обучения будет обеспечена при условии, что обучающийся владеет базовыми математическими понятиями, достаточными для работы с формулировками математических утверждений и построения алгоритмических конструкций.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	УМЕТЬ: - находить наиболее эффективные методы решения основных типов проблем и задач, встречающихся в области информатики, вычислительной техники и программирования - анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований в области информатики, вычислительной техники и программирования - собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа - решать классические алгоритмические задачи ЗНАТЬ: - предмет и основные методы информатики; - основные понятия информатики и вычислительной техники и навыки управления	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

			информацией - основной круг проблем (задач), встречающихся в области информатики, вычислительной техники и программирования, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения - основные источники и методы поиска научной и технической информации ВЛАДЕТЬ: - базовыми методами поиска и обработки информации	
2	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: - современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности на базовом уровне - формы представления числовой и символьной информации. - основы кодирования информации УМЕТЬ: - выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности на продвинутом уровне ВЛАДЕТЬ: - навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности на базовом уровне - способен работать в различных средах разработки - методами оценки асимптотической трудоёмкости алгоритмов - основами теории графов и дискретной математики в объёмах, достаточных для	ОПК-2.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности ОПК-2.2 Умеет выбирать и использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности ОПК-2.3 Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения и сетевых коммуникаций	

			реализации классических алгоритмов и структур данных.	
3		ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ЗНАТЬ: • основные направления применения математического аппарата в области информатики, математики, вычислительно техники и программирования • основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования на базовом уровне. УМЕТЬ: • применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем технологий на базовом уровне ВЛАДЕТЬ: • навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий на базовом уровне	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования. ОПК-6.2 Уметь анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.
4		ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ЗНАТЬ: • основы разработки алгоритмов и программ, программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий на базовом уровне пригодном для практического применения	ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

			УМЕТЬ: - разрабатывать алгоритмы и программы, применять знания языков программирования и работы с базами данных, современных программных сред разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ на базовом уровне, пригодном для практического применения ВЛАДЕТЬ: - способностью разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения - навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач на базовом уровне	
5	Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ЗНАТЬ: - методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УМЕТЬ: - применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, методы системного анализа
6	Универсальные компетенции бакалавриата СПбГУ	УКБ-3. Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности	УМЕТЬ: - работать с поисковыми сервисами сети «Интернет»; - выбирать источники с достоверной информацией, ранжировать источники по степени достоверности; - использовать методы работы с информацией. ВЛАДЕТЬ: - навыками поиска и анализа технической информации.	УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации. УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Занятия в активной и интерактивной форме — 20 часов: семинары, контактная работа под руководством преподавателя.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																			
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																			
Форма обучения: очная																			
Семестр 1	16	14							2		14			18		8		20	2
	1-50	1-25							1-25		1-1			1-1		1-1			
ИТОГО	16	14							2		14			18		8			2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Курс обучения состоит из трех модулей:

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1.	Введение	лекции	2
2	Структура построения программных решений	лекции	2
		семинары	3
		под руководством преподавателя	2
		по методическим материалам	4
3	Алгоритм: основные понятия и анализ	лекции	4
		семинары	3
		под руководством преподавателя	4
		по методическим материалам	4

4.	Базовые структуры данных	лекции	4
		семинары	4
		под руководством преподавателя	4
		по методическим материалам	5
5.	Объектно-ориентированное проектирование	лекции	4
		семинары	4
		под руководством преподавателя	4
		по методическим материалам	5
	Промежуточная аттестация	Самостоятельная работа	8
		Зачет	2

Модуль 1. Введение

- Человеко-машинное взаимодействие: введение в вопросы проектирования.
- Методология разработки программного обеспечения: основные понятия и принципы проектирования; сущность трансляции и ее виды, структурная декомпозиция; стратегии тестирования и отладки; разработка сценариев тестирования (test cases);
- Социальный контекст компьютинга: профессионализм специалиста, кодекс этики и ответственное поведение; авторские права, интеллектуальная собственность и компьютерное пиратство.

Модуль 2. Структура построения программных решений

- Среды разработки; системы контроля версий; инструменты тестирования и отладки; культура написания кода.
- Базовые конструкции программирования: синтаксис и семантика языков высокого уровня; переменные, типы, выражения и присваивания; простейший ввод/вывод;
- Условные предложения и итеративные конструкции;
- Функции и передача параметров; структурная декомпозиция;
- Рекурсия: понятие рекурсии, рекурсивные математические функции, простые рекурсивные процедуры, стратегия «разделяй и властвуй», рекурсивный перебор с возвратами, реализация рекурсии.

Модуль 3. Алгоритм: основные понятия и анализ

- Основные понятия теории алгоритмов. Вычислимые функции.
- Основные вычислительные алгоритмы: алгоритмы поиска и сортировки (линейный и дихотомический поиск, сортировка вставкой и выбором наименьшего элемента).
- Базовый анализ алгоритмов: асимптотический анализ максимальной и средней сложности; установление различий между лучшим, средним и худшим случаями; нотации «О-большое» и «о-маленькое», «омега» и «тета»; стандартные классы сложности.
- Алгоритмы и решение задач: стратегии решения задач, роль алгоритмов в решении задач, стратегии реализации алгоритмов, стратегии отладки, понятие алгоритма, свойства алгоритмов.

Модуль 4. Базовые структуры данных

- Представление данных в памяти компьютера: биты, байты, слова; представление символьных данных.
- Представление числовых данных и системы счисления.
- Базовые структуры данных: примитивные типы; массивы; структуры; строки и операции над строками; стеки, очереди, связанные списки, хэш-таблицы, деревья, графы.
- Оценки сложности алгоритмов и представления данных.

Модуль 5. Объектно-ориентированное проектирование

- **Объектно-ориентированное программирование:** объектно-ориентированное проектирование, инкапсуляция и скрытие информации; разделение интерфейса и реализации; классы, наследники и наследование; полиморфизм; иерархии классов.
- **Шаблоны и обобщенное программирование.**

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися создается команда в MS Teams. В группе размещаются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: научные и научно-популярные издания, учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Наряду с традиционной, очной формой консультаций, все большее значение принимают консультации, проводимые с помощью электронных средств общения. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения зачёта

Зачёт проводится в устной форме с предварительной подготовкой. Обучающемуся предлагается 2 вопроса, при этом один из вопросов может быть задачей. При необходимости обучающему могут быть заданы несколько дополнительных вопросов по всем изученным темам. Не разрешается пользоваться никакими вспомогательными материалами и устройствами помимо ручки и чистой бумаги. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, обучающемуся ставится оценка «не зачтено» / «F» в ECTS, после чего обучающийся удаляется с зачёта.

За каждый вопрос обучающийся может получить от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ) баллов. Результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100. Оценка выставляется в соответствии с таблицей:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка СПбГУ при проведении зачёта	Оценка ECTS
90-100	зачтено	A
80-89		B
70-79		C
61-69		D
50-60		E
менее 50	не зачтено	F

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:

- **ОПК-1** Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
- **ОПК-2** Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности;
- **ОПК-6** Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
- **ОПК-7** Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения;
- **УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- **УКБ-3** Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности

Компетенции, развиваемые дисциплиной:

Нет.

Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:

Нет.

Шкала оценивания каждой компетенции: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка вопросов для устного зачёта

1. Человеко-машинное взаимодействие: введение в вопросы проектирования.
2. Методология разработки программного обеспечения: основные понятия и принципы проектирования; сущность трансляции и ее виды, структурная декомпозиция; стратегии тестирования и отладки; разработка сценариев тестирования (test cases);
3. Социальный контекст компьютинга: профессионализм специалиста, кодекс этики и ответственное поведение; авторские права, интеллектуальная собственность и компьютерное пиратство.
4. Среды разработки; системы контроля версий; инструменты тестирования и отладки; культура написания кода.
5. Базовые конструкции программирования: синтаксис и семантика языков высокого уровня; переменные, типы, выражения и присваивания; простейший ввод/вывод;
6. Условные предложения и итеративные конструкции;
7. Функции и передача параметров; структурная декомпозиция;

8. Рекурсия: понятие рекурсии, рекурсивные математические функции, простые рекурсивные процедуры, стратегия «разделяй и властвуй», рекурсивный перебор с возвратами, реализация рекурсии.
9. Основные понятия теории алгоритмов. Вычислимые функции.
10. Основные вычислительные алгоритмы: алгоритмы поиска и сортировки (линейный и дихотомический поиск, сортировка вставкой и выбором наименьшего элемента).
11. Базовый анализ алгоритмов: асимптотический анализ максимальной и средней сложности; установление различий между лучшим, средним и худшим случаями; нотации «О-большое» и «о-маленькое», «омега» и «тета»; стандартные классы сложности.
12. Алгоритмы и решение задач: стратегии решения задач, роль алгоритмов в решении задач, стратегии реализации алгоритмов, стратегии отладки, понятие алгоритма, свойства алгоритмов.
13. Представление данных в памяти компьютера: биты, байты, слова; представление символьных данных.
14. Представление числовых данных и системы счисления.
15. Базовые структуры данных: примитивные типы; массивы; структуры; строки и операции над строками; стеки, очереди, связанные списки, хэш-таблицы, деревья, графы.
16. Оценки сложности алгоритмов и представления данных.
17. Объектно-ориентированное программирование: объектно-ориентированное проектирование, инкапсуляция и скрытие информации; разделение интерфейса и реализации; классы, наследники и наследование; полиморфизм; иерархии классов.
18. Шаблоны и обобщенное программирование.

3.1.4.3. Соответствие индикаторов достижения компетенций и контрольно-измерительных материалов

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
2	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта. Задача на зачёте.
3	ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
4	ОПК-2.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	Примеры списков вопросов для устного зачёта.
5	ОПК-2.2 Умеет выбирать и использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
6	ОПК-2.3 Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач анализа, интеграции различных типов программного	Домашние задания.

	обеспечения и сетевых коммуникаций.	
7	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Работа на занятиях. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
8	ОПК-6.2 Уметь анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
9	ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта. Задачи на зачёте.
10	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, методы системного анализа	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
11	УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации.	Домашние задания.
12	УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации.	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
13	УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате.	Работа на занятиях. Домашние задания.
14	УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации.	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению лекционных занятий должны привлекаться преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению. К преподаванию данной дисциплины также могут быть допущены преподаватели, прошедшие обучение в аспирантуре не менее года, либо имеющие ученую степень, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ.

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX; MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского, и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 3 штуки на семестр. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук на семестр.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. (Новая версия для Оберона). - М.: ДМК Пресс, 2010-2014. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ
2. Кормен Т. и др. Алгоритмы. Построение и анализ. - 2012-2014.
3. Кнут Д.Э. Искусство программирования, тт.1-3. - М.; Киев; СПб: Вильямс, 2000-2013.
4. Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций. - М.: Мир, 1983.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<http://www.library.spbu.ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS

- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

- Математика: тематическая рубрика <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

Раздел 4. Разработчики программы

1. Абрамов Максим Викторович, к.т.н., доцент кафедры информатики,
m.abramov@spbu.ru
2. Бушмелев Федор Витальевич, старший преподаватель кафедры информатики,
f.bushmelev@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Программирование C++
C++ Programming**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 073574

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью дисциплины «Программирование (C++)» является обучение возможностям языка программирования C++ и основным приемам программирования на этом языке. Задачей дисциплины является также приобретение обучающимися базовых практических навыков программирования на C++, знакомство обучающихся с основными типичными проблемами, возникающими при программировании на языке C++ и способами их решения.

По окончании обучения обучающиеся должны знать содержание дисциплины «Программирование (C++)», иметь достаточно полное представление об основных возможностях и приемах программирования языка C++ и уметь решать типовые задачи.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования и основами объектно-ориентированного программирования.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-5 — Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	Знать: основы системного администрирования, администрирования СУБД, современные стандарты информационного взаимодействия систем Уметь: выполнять параметрическую настройку информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.3 Владеет навыками установки программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем

ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.4 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (32 часа в течение 2-х семестров) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

Предусмотрены учебные занятия с использованием дистанционных технологий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практикой и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)			промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 1	14			16					2				36		4		16	2
	1-50			1-15					1-15				1-1		1-1			
Семестр 2	16			16					2				46		28		16	3
	1-50			1-15					1-15				1-1		1-1			
ИТОГО	30			32					4				82		32			5

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программы итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 1			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 1

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ПОНЯТИЕ АЛГОРИТМА И ЕГО СВОЙСТВА	лекции	2
		практические занятия	5
		по методическим материалам	12
II.	ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ИХ ОСНОВНЫЕ ТИПЫ. СТРУКТУРА ПРОСТОЙ ПРОГРАММЫ НА ЯЗЫКЕ C (C++).	лекции	6
		практические занятия	5
		по методическим материалам	12
III.	ОПИСАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ. МАССИВЫ. УКАЗАТЕЛИ И АДРЕСА.	лекции	6
		практические занятия	6
		по методическим материалам	12
IV.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	4
		промежуточная аттестация (зачет)	2

Период обучения (модуль): Семестр 2

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	СТРУКТУРЫ И ОБЪЕДИНЕНИЯ. ФАЙЛОВЫЙ ВВОД-ВЫВОД.	лекции	5
		практические занятия	5
		по методическим материалам	14
II.	ЛИНЕЙНЫЕ СПИСКИ. ДЕК, СТЕК, ОЧЕРЕДЬ, КУЧА.	лекции	6
		практические занятия	5
		по методическим материалам	16
III.	ДЕРЕВЬЯ. ГРАФЫ. КЛАССЫ. ЗАЩИТА ЭЛЕМЕНТОВ КЛАССОВ.	лекции	5
		практические занятия	6
		по методическим материалам	16
IV.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	28
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в виде устной защиты работы. Работа состоит из одного вопроса и двух задач. На подготовку к ответу отводится в общей сложности два академических часа.

Шкала оценивания ответа на вопрос:

Дан полный ответ на вопросы. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий курса, проявил творческие способности в понимании и использовании учебного материала.	40
Допущены неточности в ответе, непринципиальные ошибки, исправленные самостоятельно после наводящих вопросов. Обучающийся способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний по курсу в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.	30
Допущены неточности в ответе. Обучающийся способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний по курсу в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности.	15
Допущены существенные ошибки, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности (основные определения, формулы, формулировки утверждений). Обучающийся знаком с основной литературой, рекомендованной программой.	10
Допущены грубые ошибки. Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности (основные определения, формулы, формулировки утверждений).	5
В остальных случаях	0

Шкала оценивания задачи:

Задача решена полностью верно. Обучающийся может обосновать полученные результаты.	30
Задача решена с не принципиальными ошибками, исправленными самостоятельно после наводящих вопросов. Обучающийся может обосновать полученные результаты.	20
При решении задачи допущены существенные ошибки, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для их понимания и устранения под руководством преподавателя	10
В остальных случаях	0

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Первый пункт заданий из списка контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.
2	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Задания контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.

3	ОПК-5.3 Владеет навыками инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем	Третий пункт заданий из списка контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.
4	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Задания контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.
5	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Задания контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.
6	УКБ-3.4 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;	Ответы на занятиях в течение семестра. Задания контрольно-измерительных материалов итоговой письменной работы.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен инсталлировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов для проверки компетенций.

Задание 1

1. Описание и определение функций.
2. Описать класс объектов "автомобили".
3. Написать программу, которая вычислит и напечатает несколько различных чисел Фибоначчи, которые в сумме составляют заданное натуральное число N.

Задание 2

1. Перегрузка функций и переменная число параметров.
2. Описать класс объектов "больные в больнице".

3. Написать программу, которая напечатает все четырехзначные числа, не содержащие двух одинаковых цифр.

Задание 3

1. Линейные списки и примеры их использования.
2. Описать класс объектов "программы" (например, в Windows).
3. Написать программу, которая вычислит и напечатает количество разных букв в заданном тексте.

Задание 4

1. Описание стека и его использование.
2. Описать класс объектов "фирмы".
3. Написать программу, которая напечатает матрицу A_k , где A - заданная матрица порядка n , k - заданное натуральное число.

Задание 5

1. Описание очереди и ее использование.
2. Описать класс объектов "квартиры в доме".
3. Написать программу, которая вычислит и напечатает сумму элементов, находящихся под главной и побочной диагоналями заданной матрицы A порядка n .

Задание 6

1. Описание деревьев и задачи обхода деревьев.
2. Описать класс объектов "города в стране".
3. Написать программу, которая напечатает номера строк и столбцов, где в заданной матрице порядка n находятся одинаковые элементы, если известно, что в матрице есть только два одинаковых элемента, а все остальные различны.

Задание 7

1. Классы и объекты.
2. Описать класс объектов "сотрудники фирмы".
3. Написать программу, которая вычислит и напечатает все номера i такие, что элементы в i -ой строке расположены по возрастанию, а в i -м столбце - по убыванию.

Задание 8

1. Описание классов - основные элементы.
2. Описать класс объектов "страны в мире".
3. Написать программу, которая вычислит и напечатает все натуральные числа из заданного диапазона от K до L , представимые в виде суммы $2n + 3m$ для некоторых натуральных чисел n и m .

Задание 9

1. Наследование.
2. Описать класс объектов "предметы, по которым читаются лекции на факультете".
3. Написать программу для обхода двоичного дерева без рекурсии, но с использованием стека.

Задание 10

1. Конструкторы и их разновидности.
2. Описать класс объектов "жители города".
3. Написать программу для обхода двоичного дерева без рекурсии, но с использованием очереди.

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. Класс - это:
 - любой тип данных, определяемый пользователем
 - * тип данных, определяемый пользователем и сочетающий в себе данные и функции их обработки
 - структура, для которой в программе имеются функции работы с нею
2. Тест. Членами класса могут быть

- * как переменные, так и функции, могут быть объявлены как `private` и как `public`
- только переменные, объявленные как `private`
- только функции, объявленные как `private`
- только переменные и функции, объявленные как `private`
- только переменные и функции, объявленные как `public`

3. Что называется конструктором?

- * метод, имя которого совпадает с именем класса и который вызывается автоматически при создании объекта класса
- метод, имя которого совпадает с именем класса и который вызывается автоматически при объявлении класса (до создания объекта класса)
- метод, имя которого необязательно совпадает с именем класса и который вызывается при создании объекта класса
- метод, имя которого совпадает с именем класса и который необходимо явно вызывать из головной программы при объявлении объекта класса

4. Объект - это

- переменная, содержащая указатель на класс
- * экземпляр класса
- класс, который содержит в себе данные и методы их обработки

5. Отметьте правильные утверждения

- * конструкторы класса не наследуются
- конструкторов класса может быть несколько, их синтаксис определяется программистом
- * конструкторов класса может быть несколько, но их синтаксис должен подчиняться правилам перегрузки функций
- конструктор возвращает указатель на объект
- * конструктор не возвращает значение

6. Что называется деструктором?

- метод, который уничтожает объект
- метод, который удаляет объект
- * метод, который освобождает память, занимаемую объектом
- системная функция, которая освобождает память, занимаемую объектом

7. Выберите правильные утверждения

- * у конструктора могут быть параметры
- конструктор наследуется, но должен быть перегружен
- конструктор должен явно вызываться всегда перед объявлением объекта
- * конструктор вызывается автоматически при объявлении объекта
- объявление каждого класса должно содержать свой конструктор
- * если конструктор не создан, компилятор создаст его автоматически

8. Выберите правильные утверждения

- деструктор - это метод класса, применяемый для удаления объекта
- * деструктор - это метод класса, применяемый для освобождения памяти, занимаемой объектом
- деструктор - это отдельная функция головной программы, применяемая для освобождения памяти, занимаемой объектом
- * деструктор не наследуется
- деструктор наследуется, но должен быть перегружен

Тест - 11. Что называется наследованием?

- * это механизм, посредством которого производный класс получает элементы родительского и может дополнять либо изменять их свойства и методы
- это механизм переопределения методов базового класса
- это механизм, посредством которого производный класс получает все поля базового класса
- это механизм, посредством которого производный класс получает элементы родительского, может их дополнить, но не может переопределить

12. Выберите правильное объявление производного класса

- class MoreDetails:: Details;
- class MoreDetails: public class Details;
- * class MoreDetails: public Details;
- class MoreDetails: class(Details);

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение практических занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Требуется компьютерный класс.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio версии не ниже 15.0 с установленными оснастками для программирования на языках C++, консольный клиент системы контроля версий git (например, Git for Windows)

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук на семестр.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Затонский, А. В. Программирование и основы алгоритмизации. Теоретические основы и примеры реализации численных методов: учебное пособие / А.В. Затонский, Н.В. Бильфельд. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://www.dx.doi.org/10.12737/20468>. — ISBN 978-5-369-01195-9. — ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
2. Затонский, А. В. Программирование и основы алгоритмизации. Теоретические основы и примеры реализации численных методов: учебное пособие / А.В. Затонский, Н.В. Бильфельд. — 2-е изд. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. — 167 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://www.dx.doi.org/10.12737/20468>. — ISBN 978-5-369-01195-9. — ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
1. Кудрина, Е. В. Основы алгоритмизации и программирования на языке C# : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. В. Кудрина, М. В. Огнева. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 322 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10772-2. — ЭБС «Юрайт» по подписке СПбГУ
2. Трофимов, В. В. Алгоритмизация и программирование : учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская ; под редакцией В. В. Трофимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 137 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07834-3. — ЭБС «Юрайт» по подписке СПбГУ
3. Подбельский, В. В. Программирование. Базовый курс C# : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Подбельский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 369 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11467-6. — ЭБС «Юрайт» по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Должность	Контактная информация
Олисеенко Валерий Дмитриевич	старший преподаватель кафедры информатики	v.oliseenko@spbu.ru
Бушмелев Федор Витальевич	старший преподаватель кафедры информатики	f.bushmelev@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмы и структуры данных
Algorithms and Data Structures

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 073580

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Курс «Алгоритмы и структуры данных» является логическим продолжением курса «Информатика». Основная цель курса является закрепление и углубление имеющихся у обучающихся представлений, знаний и навыков по темам, рассматриваемым в курсе «Информатика». Сопутствующими задачами являются ознакомление обучающихся с фундаментальными структурами данных и абстрактными алгоритмами их обработки; ознакомление с представлением и протоколами обработки служебных данных различных языков высокого уровня; получение знаний по универсальным подходам к анализу и проектированию алгоритмов, тем самым создавая задел для дальнейшего комфортного и продуктивного продвижения при прохождении учебной практики, изучении дисциплин и технологий, связанных с искусственным интеллектом и наукой о данных.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса предназначена для обучающихся 2 семестра бакалавриата и рассчитана на учащихся, изучавших математический анализ, алгебру, дискретную математику, основы информатики и программирования в первом семестре.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающиеся владеют математическим аппаратом, достаточным для работы с формулировками математических утверждений и построения алгоритмических конструкций; основами анализа алгоритмов; основами программирования, достаточными для составления программ по описанным алгоритмам.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ЗНАТЬ: - основные направления применения математического аппарата в области информатики, математики, вычислительно техники и программирования - основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования на базовом уровне. УМЕТЬ: - применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования. ОПК-6.2 Уметь анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

			имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем технологий на базовом уровне ВЛАДЕТЬ: навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий на базовом уровне	
2		ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ЗНАТЬ: - основы разработки алгоритмов и программ, программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий на базовом уровне пригодном для практического применения УМЕТЬ: - разрабатывать алгоритмы и программы, применять знания языков программирования и работы с базами данных, современных программных сред разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ на базовом уровне, пригодном для практического применения ВЛАДЕТЬ: - способностью разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения навыками программирования, отладки и тестирования	ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

			прототипов программно-технических комплексов задач на базовом уровне	
3	Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Понимать алгоритмы обработки данных, смоделированных при помощи фундаментальных структур: стандартных арифметических типов, строк, массивов, списков, деревьев, графов, хеш-таблиц.	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, методы системного анализа УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач;
4	Универсальные компетенции бакалавриата СПбГУ	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности	УМЕТЬ: - использовать методы работы с информацией. ЗНАТЬ: - ключевые подходы к выбору механизмов представления данных ВЛАДЕТЬ: - универсальными подходами к проектированию и реализации алгоритмов - навыками поиска и анализа технической информации	УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате.

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Лекции 4 ак. ч.

Практические занятия 16 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины , практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Труд оём ост ь	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллективные	текстовый контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 2	30			16				2					50		10		20	3
	2-50			2-12				2-12					1-1		1-1			
ИТОГО	30			16				2					50		10		20	3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программы итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 2

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Представление атомарных структур данных	Лекции	3
		Практические занятия	2
		По методическим материалам	4
2	Линейные контейнеры	Лекции	5
		Практические занятия	3
		По методическим материалам	10
3	Деревья и графы	Лекции	7
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	10
4	Хеш-таблицы	Лекции	4
		Практические занятия	2
		По методическим материалам	8
5	Служебные структуры данных языков высокого уровня	Лекции	4
		Практические занятия	2
		По методическим материалам	8
6	Универсальные подходы к проектированию и реализации алгоритмов	Лекции	7
		Практические занятия	3
		По методическим материалам	10
	Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация (зачет)	2
		Сам. работа	10

На лекционных занятиях преподаватель рассказывает материал курса согласно следующему содержанию в разбивке по разделам:

Модуль 1. Представление атомарных структур данных.

1. Символ, набор символов. Алфавит. Последовательное и параллельное кодирование. Кодировки. Набор символов Unicode и его представления.
2. Числа. Представление значений числами, абсолютная и относительная погрешности.
3. Позиционные системы счисления. Дополнительные коды и симметричные системы, троичная логика и арифметика.
4. Числа с плавающей запятой. Распределение. Точность и диапазоны. Варианты представления комплексных величин и их распределения.

5. Длинная арифметика

Модуль 2. Линейные контейнеры.

1. Назначение линейных контейнеров.
2. Массивы. Преимущества и недостатки.
3. Списки. Преимущества и недостатки. Способы реализации списков. Способы оптимизации работы списков.

Модуль 3. Деревья и графы.

1. Назначение и варианты применения деревьев.
2. Особенности и реализация AVL-деревьев.
3. Особенности и реализация B-деревьев.
4. Особенности реализации декартовых деревьев.
5. Особенности и реализация красно-черных деревьев.
6. Назначение, варианты применения и способы реализации графов.

Модуль 4. Хеш-таблицы.

1. Назначение хеш-таблиц.
2. Хеш-функции. Распределение хеш-функций. Примеры хеш-функций.
3. Структура хеш-таблиц. Способы расширения и перестройки.
4. Распределенные хеш-таблицы. Децентрализованные хранилища данных.

Модуль 5. Служебные структуры данных языков высокого уровня.

1. Строки. Представление при помощи массивов. Представление при помощи списков. Представление при помощи деревьев.
2. Массивы. Представление одномерных и многомерных массивов. Векторы Айлифа.
3. Назначение кучи. Тривиальные методы организации кучи. Куча для элементов фиксированного и произвольного размера.
4. Иерархии наследования.
5. Таблицы виртуальных методов при одиночном наследовании.
6. Таблицы методов и смещений при прямом и виртуальном множественном наследовании.
7. Таблицы виртуальных методов иерархий интерфейсов с множественным наследованием.
8. Таблицы виртуальных методов динамических языков.

Модуль 6. Универсальные подходы к проектированию и реализации алгоритмов.

1. Распараллеливание независимых частей задачи.
2. Распараллеливание сортировки данных.
3. Распараллеливание и различные оптимизация алгоритмов умножения матриц.
4. Алгоритмы поиска оптимальных решений.
5. Жадные алгоритмы. Примеры задач.
6. Динамические алгоритмы. Примеры задач перебора с отсечением. Примеры задач обхода в ширину.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися создается команда в MS Teams. В группе размещаются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: научные и научно-популярные издания, учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Наряду с традиционной, очной формой консультаций, все большее значение принимают консультации, проводимые с помощью электронных средств общения. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения зачёта

Зачёт теоретический, проводится в классической устной форме с предварительной подготовкой. В начале зачёта обучающийся получает 2 случайных вопроса из первой и второй половин списка, представленного в п. 3.1.4, в течение академического часа готовит развернутый ответ по тематике билета. При необходимости обучающему могут быть заданы несколько дополнительных вопросов по всем изученным темам. Не разрешается пользоваться никакими вспомогательными материалами и устройствами помимо ручки и чистой бумаги. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, обучающемуся ставится оценка «не зачтено» / «F» в ECTS, после чего обучающийся удаляется с зачёта.

За каждый вопрос обучающийся может получить от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ) баллов. Результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100. Оценка выставляется в соответствии с таблицей:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка СПбГУ при проведении зачёта	Оценка ECTS
90-100	зачтено	A
80-89		B
70-79		C
61-69		D
50-60		E
менее 50	не зачтено	F

По выбору обучающегося и по согласованию с преподавателем возможна разработка индивидуальной образовательной траектории, включающей в себя разработку семестрового проекта в рамках данной дисциплины, и/или сдача зачёта в устной форме по билетам, составленным из вопросов, перечисленных в п. 3.1.4 данной программы.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:

Нет.

Компетенции, развиваемые дисциплиной:

- **ОПК-6** Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
- **ОПК-7** Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения;
- **УК-1** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- **УКБ-3** Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности

Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:

Нет.

Шкала оценивания каждой компетенции: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка вопросов для устного зачёта

1. Буква, символ, алфавит; кодирование и кодировки до Unicode.
2. Unicode: пространство символов; модификаторы; нормализация; сравнение; кодировки.
3. Абсолютная и относительная погрешности; позиционные системы счисления; дополнительный код.
4. Симметричные системы; троичные арифметика и логика.
5. Числа с плавающей запятой; нормализация; распределение.
6. Комплексные числа, распределение разных представлений.
7. Длинная арифметика.
8. Назначение линейных контейнеров; преимущества и недостатки массивов.
9. Преимущества и недостатки списков; способы реализации списков; оптимизация работы списков: шитые и иерархические списки.
10. Назначение, преимущества и недостатки деревьев.
11. AVL - деревья.
12. B - деревья.

13. R - деревья.
14. Красно-черные деревья.
15. Декартовы деревья.
16. Представления графов.
17. Хеш-таблицы: назначение, подходы к расширению, преимущества и недостатки перед деревьями.
18. Хеш-функции: требуемые свойства, примеры.
19. Распределенные хеш-таблицы.
20. Строки; представление строк при помощи массивов, списков и деревьев (ациклических графов).
21. Назначение кучи; куча для элементов одинакового размера.
22. Тривиальная организация кучи; дефрагментация.
23. Оптимизация дефрагментации методом граничных маркеров.
24. Метод двоичных близнецов.
25. Массивы; представление многомерных массивов при помощи векторов Айлифа.
26. Представление контекста вложенных процедур при помощи цепочек фреймов и мониторов.
27. Передача процедур "вниз" по цепочке вызовов; поддержание статической цепочки.
28. Произвольная передача замыканий (процедур с контекстом) с копированием или динамическим выделением контекста.
29. Генетические алгоритмы.
30. Вдумчивые и конструктивные замечания по программе курса.
31. Таблица виртуальных методов при одиночном наследовании.
32. Таблица виртуальных методов и смещений для неvirtуального множественного наследования.
33. Таблица виртуальных методов и смещений для виртуального множественного наследования.
34. Виртуальные таблицы для одиночного наследования и множественной реализации интерфейсов.
35. Виртуальные таблицы для динамических языков.
36. Распараллеливание алгоритмов на примере сортировок с и без использования дополнительной памяти; ускорение и эффективность, распараллеливание и оптимизация умножения квадратных матриц.
37. Жадные и динамические алгоритмы.

3.1.4.3. Соответствие индикаторов достижения компетенций и контрольно-измерительных материалов

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Работа на занятиях. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
2	ОПК-6.2 Уметь анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта. Задачи на самостоятельной работе.
3	ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта. Задачи на самостоятельной работе.

4	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, методы системного анализа	Работа на занятиях. Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного зачёта. Задачи на самостоятельной работе.
5	УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач;	Примеры списков вопросов для устного зачёта.
6	УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате.	Работа на занятиях. Домашние задания.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению лекционных занятий должны привлекаться преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению. К преподаванию данной дисциплины также могут быть допущены преподаватели, прошедшие обучение в аспирантуре не менее года, либо имеющие ученую степень.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс. В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX; MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского, и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio версии не ниже 15.0 с установленными оснастками для программирования на языках C++, консольный клиент системы контроля версий git (например, Git for Windows).

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Ахо, Альфред. Структуры данных и алгоритмы: Пер. с англ. / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман ; ред. С. Н. Тригуб. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2003-2016. – 382 с

2. Кнут Д.Э. Искусство программирования, тт.1-3. – М.; Киев; СПб: Вильямс, 2000-2013. Кормен Т. и др. Алгоритмы. Построение и анализ. - 2012-2014.
3. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. (Новая версия для Оберона). - М.: ДМК Пресс, 2010-2014. –ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ + Мм.
4. Дж. Макконнелл. Основы современных алгоритмов. 2-е дополненное издание. / Дж. Макконнелл — Москва: Техносфера, 2006. - 368с. ЭР по подписке СПбГУ

3.4.3 Перечень иных информационных источников

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Бушмелев Федор Витальевич, старший преподаватель Кафедры информатики

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Технологии деловых коммуникаций
Business Communication Technologies**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 1

Регистрационный номер рабочей программы: 074165

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Основной целью дисциплины является формирование у обучающихся научно-теоретических и практических знаний, умений и навыков общения, способствующих повышению культуры общения для достижения профессиональных целей. Сопутствующими задачами являются формирование у обучающихся представлений о научно-теоретических подходах к исследованию общения, умения управлять динамикой процесса общения, социально-значимые качества личности практического коммуникатора, а также знакомство обучающихся с основными эмпирическими данными исследований феноменов процесса общения, развитие коммуникативных способностей, осознание индивидуальных особенностей собственного стиля общения.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Учебные занятия по дисциплине «Технологии деловой коммуникации» проводятся в четвертом семестре для обучающихся бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 по образовательной программе «Искусственный интеллект и наука о данных». Программа курса рассчитана на первоначальное знакомство с принципами и технологиями профессиональной коммуникации. Предварительные курсы для освоения данной дисциплиной не требуются.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины.

Результатами обучения являются следующие практические умения и навыки:

- знать предмет, задачи, функции и механизмы общения как социально-психологического процесса;
- усвоить теоретические и практические знания о социально-психологических закономерностях детерминирующих взаимодействие субъектов делового и межличностного общения;
- уметь выделять психологические задачи этапов общения;
- уметь управлять процессами коммуникации, интеракции и перцепции для решения задач профессиональной деятельности;
- уметь оценивать особенности различных коммуникативных ситуаций и адаптироваться к ним;
- овладеть первичными навыками саморегуляции и эмоционального выравнивания партнера по общению.

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения компетенции
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	Уметь: анализировать и оценивать инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; технологии делового взаимодействия. Знать: инструменты и методы	ОПК-9.1 Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.

			коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций	
2	Профессиональные компетенции	ПКА-1-ИИ-УК-1 Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	Знать: текущее состояние информационного общества и роль искусственного интеллекта в его развитии Уметь: анализировать сущность и значение искусственного интеллекта в развитии современного информационного общества	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности
3	Универсальные компетенции.	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знать: общую структуру концепции реализуемого проекта, понимать ее составляющие и принципы их формулирования Уметь: формулировать взаимосвязанные задачи, обеспечивающие достижение поставленной цели;	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели; УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач; УК-2.3. Оценивает соответствие способов решения цели проекта; УК-2.4. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм; УК-2.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля;
4		УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия.	УК-3.1 Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и деловой коммуникации, а также принципы командной работы. УК-3.2 Умеет устанавливать и

				поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в команде; применяет основные нормы социального взаимодействия для самореализации и достижения личных и командных целей. УК-3.3 Имеет навыки командной работы, а также навыки успешного взаимодействия в различных сферах жизнедеятельности.
5		УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Знать: особенности устной и письменной деловой коммуникации на русском и иностранном языках Уметь: читать, переводить тексты и вести деловую коммуникацию на русском и иностранном языках в профессиональном общении;	УК-4.1 Знает особенности устного и письменного общения на русском и иностранном языках; правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации. УК-4.2 Умеет применять различные методы делового общения на русском и иностранном языках как в устной, так и в письменной форме. УК-4.3 Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках
6		УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знать: основные понятия; виды времени; классификацию времени; принципы управления; систему управления временем личным и организации; способы повышения эффективности Уметь: определить вид времени; компетентность во времени; проводить инвентаризацию времени; определять помехи во времени; найти потенциал времени; пользоваться системой управления временем Владеть: навыками использования системы управления временем	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.

			как личным, так и организацией, методами повышения личной эффективностью и организации	
7	Универсальные компетенции бакалавриата СПбГУ	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	Уметь: реализовывать проекты на всех этапах их жизненного цикла	УКБ-1.1 способен определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, в т.ч. предпринимательский, в профессиональной сфере и управлять им на всех этапах его жизненного цикла исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в т.ч. финансовых
8		УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Аудиторная учебная работа: лекции (проводятся в интерактивной форме с применением тренинговых технологий), практические занятия – всего 10 ак. ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 2	16			14					2				2		2		10	1
	2-50			2-25					2-25				1-1		1-1			
ИТОГО	16			14					2				2		2			1

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 2			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п.п.	Наименование темы (раздела, части, модуля)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
1	Модуль М1. Общие принципы психологии коммуникации	лекции	4
		практические занятия	4
2	Модуль М2. Профессиональная коммуникация в коллективе	лекции	4
		практические занятия	4
3	Модуль М3. Конфликты в профессиональной коммуникации	лекции	4
		практические занятия	3
4	Модуль М4. Публичное выступление и деловая коммуникация	лекции	4
		практические занятия	3

Модуль М1. Общие принципы психологии коммуникации

- 1.1. Деловое общение: проблемы, методы, технологии.
 - 1.1.1. Эффективное деловое общение.
 - 1.1.2. Структура процесса коммуникации.
 - 1.1.3. Мифы о природе коммуникативного процесса.
 - 1.1.4. Управленческое взаимодействие.
 - 1.1.5. Проблемы при передаче и приеме информации и их преодоление.
 - 1.1.6. Технология эффективных переговоров.
 - 1.1.7. Виды поведения в общении: уверенное, неуверенное, агрессивное.
 - 1.1.8. Техники, способствующие пониманию партнера.
- 1.2. Процесс и функции межличностного и делового общения.
 - 1.2.1. Общение как процесс субъект-субъектной деятельности.
 - 1.2.2. Социальные, социально-психологические функции общения.
 - 1.2.3. Определение понятия «социальная перцепция» в общей и социальной психологии.
 - 1.2.4. Общение как взаимодействие собеседников друг с другом.
 - 1.2.5. Различные подходы к проблеме интеракций в современной психологии.
 - 1.2.6. Ролевое общение.
 - 1.2.7. Виды ролей.
 - 1.2.8. Транзактный анализ общения и взаимодействия.
 - 1.2.9. Эго-состояния /Родитель-Ребенок-Взрослый/, влияющие на общение и взаимодействие собеседников.
- 1.3. Личность в процессе общения.
 - 1.3.1. Различные подходы к личности.
 - 1.3.2. Структура личности.
 - 1.3.3. Поло-возрастные особенности общения.
 - 1.3.4. Темперамент.
 - 1.3.5. Типы темперамента.
 - 1.3.6. Проявление темперамента в общении.
 - 1.3.7. Особенности общения с людьми разного типа темперамента.
 - 1.3.8. Характер.
 - 1.3.9. Формирование характера.
 - 1.3.10. Акцентуации характера.

Модуль М2. Профессиональная коммуникация в коллективе

- 2.1. Групповые эффекты.
 - 2.1.1. Стадии формирования группы.

- 2.1.2. Психофизиологический эффект.
- 2.1.3. Эффект принадлежности к группе.
- 2.1.4. Эффект социальной лени.
- 2.1.5. Эффект группомыслия.
- 2.1.6. Конформизм.
- 2.1.7. Эффект ореола.
- 2.1.8. Эффект пульсара.
- 2.1.9. Эффект маятника.
- 2.2. Социальное влияние.
 - 2.2.1. Понятие социального влияния.
 - 2.2.2. Силы социального влияния.
 - 2.2.3. Источники социального влияния.
 - 2.2.4. Виды социального влияния.
 - 2.2.5. Социальная манипуляция.
 - 2.2.6. Методы противостояния социальному влиянию.
- 2.3. Социальная установка.
 - 2.3.1. Понятие социальной установки.
 - 2.3.2. Изучение социальной установки.
 - 2.3.3. Формирование социальной установки.
 - 2.3.4. Роль подражания и подкрепления в формировании социальной установки.
 - 2.3.5. Модель последовательных стадий.
 - 2.3.6. Модель параллельных процессов.
 - 2.3.7. Изменение социальной установки.
 - 2.3.8. Модель социальных суждений.

Модуль М3. Конфликты в профессиональной коммуникации

- 3.1. Механизмы психологической защиты в межличностной коммуникации.
 - 3.1.1. Общие подходы к психологической защите.
 - 3.1.2. Психологическая защита как специальная регуляционная система.
 - 3.1.3. Психологическая защита: норма или патология.
 - 3.1.4. Поведенческие проявления психологической защиты в межличностной коммуникации.
 - 3.1.5. Механизмы психологической защиты: отрицание, вытеснение, регрессия, замещение, компенсация, реактивное образование, проекция, рационализация.
 - 3.1.6. Общий уровень психологической защиты.
 - 3.1.7. Методы изучения психологической защиты.
 - 3.1.8. Пути преодоления психологической защиты.
- 3.2. Управление организационными конфликтами.
 - 3.2.1. Причины и условия возникновения конфликтов.
 - 3.2.2. Динамика возникновения и развития конфликта.
 - 3.2.3. Типология конфликтных личностей.
 - 3.2.4. Технология управления и регулирования конфликтов: соревнование, приспособление, компромисс, избегание, сотрудничество.
 - 3.2.5. Управление эмоциональными состояниями: профилактика конфликтов, меры индивидуальной экстренной самопомощи.
 - 3.2.6. Сознательная коррекция поведения.
 - 3.2.7. Личностные, межличностные и организационные технологии управления конфликтами.

Модуль М4. Публичное выступление и деловая коммуникация

- 4.1. Технологии успешного публичного выступления, подготовка электронных презентаций.
 - 4.1.1. Этапы подготовки к выступлению: постановка цели, формулировка ключевых идей, анализ ситуации, сбор и систематизация информации, подготовка речи.
 - 4.1.2. Структура публичного выступления: введение, вступительные замечания, основная содержательная часть, заключение.

- 4.1.3. Виды наглядности.
- 4.1.4. Принципы подготовки электронных презентаций.
- 4.1.5. Психологические требования оформления слайдов.
- 4.1.6. Принципы представления графиков, столбчатых и круговых диаграмм.
- 4.1.7. Подготовка к вопросам.
- 4.1.8. Стратегии ответа на вопрос.
- 4.1.9. Комментарии вопроса.
- 4.2. Искусство реплики, тренировка находчивости (речевой тренинг).
- 4.2.1. Техники активного слушания.
- 4.2.2. Методы аргументации.
- 4.2.3. Техника малого разговора.
- 4.2.4. Выступления экспромтом.
- 4.2.5. Конструктивные приемы ведения дискуссий.
- 4.2.6. Ответы на неудобные вопросы.
- 4.2.7. Реакция на упреки.
- 4.2.8. Общение в «стрессовой» ситуации.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися создается группа Вконтакте / команда в MS Teams. В группе размещаются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

Основными видами занятий при изучении дисциплины «Технологии деловой коммуникации» являются: лекции с элементами интерактивных тренинговых активностей. Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: научные и научно-популярные издания, учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Текущий контроль успеваемости осуществляется на занятиях в форме оперативного контроля. Зачёт выставляется на основе баллов, набранных обучающимся при выполнении заданий в течение семестра и по итоговому публичному выступлению обучающегося (защита проекта) перед одноклассниками, преподавателем, экспертами с визуальной поддержкой в виде презентации.

Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устный доклад. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося. Общий балл за курс складывается из баллов за посещение (максимум 30 баллов) и баллов за итоговое выступление (максимум 70 баллов).

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	не зачтено

По выбору обучающегося и по согласованию с преподавателем возможна разработка индивидуальной образовательной траектории и/или сдача зачёта в устной форме по билетам, составленным из вопросов, перечисленных в п. 3.1.4 данной программы. Также по выбору обучающегося и по согласованию с преподавателем в качестве опции для получения дополнительных баллов возможна сдача зачёта в устной форме по билетам, составленным из вопросов к зачёту. Максимальное число баллов в таком случае – 30.

Методика проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Промежуточная аттестация проводится в устной форме и состоит из трех частей:

1. Основной вопрос: оценивается от 0 до 50 баллов
2. Дополнительные вопросы: оценивается от 0 до 30 баллов
3. Обсуждение прочитанной литературы по курсу: оценивается от 0 до 50 баллов

Билет содержит 1 вопрос из списка вопросов к промежуточной аттестации.

После ответа на основной вопрос билета, преподаватель задает дополнительный вопрос (или несколько вопросов) по любой теме из рассмотренных в ходе курса. Предполагается, что обучающийся должен рассказать по заданному дополнительному вопросу основные тезисы, определения, взаимосвязи, примеры использования, не требующие длительного вывода. При подготовке к ответу на основной и дополнительные вопросы использование любых материалов не допускается.

Возможно проведение зачета в дистанционном формате, например, с помощью корпоративного MS Teams.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Процедура оценивания выступления по ТДК

0. Оценивается выступление целиком: и структура выступления, и слайды презентации, и ответы на вопросы, и общее впечатление. Тема выступления выбирается обучающимся самостоятельно, после чего согласуется с преподавателем.

1. В оценке участвуют коллеги-обучающиеся и эксперты. Оценивание по 5-ти балльной шкале по нескольким параметрам: слайды, выступление, ответы на вопросы, образ докладчика, сожаление о прослушанном докладе.

2. Оценки собираются через Google Forms или выставляются в таблице каждым присутствующим.

3. Общая оценка за выступление = 70 баллов

4. Формула для вычисления баллов за выступление: $70 \cdot (0.6 \cdot \text{средняя оценка экспертов} / 5 + 0.4 \cdot \text{средняя оценка одноклассников} / 5) - \{\text{штрафные баллы}\} + \{\text{баллы за положительные моменты}\}$.

5. Штрафные баллы:

5.1. Время выступления: от 4,5 мин. до 5,5 мин. Отклонение от обозначенного времени в любую сторону (увеличение или уменьшение) – 7 баллов за каждые 30 секунд.

5.2. Оформление слайдов:

- На слайде отсутствует заголовок – 3 балла/шт;
- Нечитаемость и/или небрежность иллюстраций (фотографий, рисунков, схем, диаграмм и т.п.) – 3 балла/шт;
- Шрифт не соответствует требованиям (мелкий, плохо читается и т.п.) – 3 балла;
- На слайде присутствуют ошибки и опечатки – 1 балл/шт
- На слайде отсутствует номер/число слайдов, или эти сведения недостаточно видны - 1 балл/шт

5.3. Выступление:

- Отсутствует/нарушено стандартное начало или окончание выступления – 3 балла/шт
- Чтение по бумаге – 10 баллов

5.4. Ответы на вопросы:

- Отсутствие ответа (под отсутствием ответа понимается молчание или издавание звуков «ээээээ», «ммммм», «ууууу» или аналогичных) – 5 баллов/шт
- Ответ, обижаящий спрашивающего («Вы просто меня не слушали», «Вы не так поняли») – 5 баллов/шт
- Ответ, не решивший "проблему", если решение предполагалось — 5 баллов/шт.

6. Эксперты могут и прибавлять баллы за что-нибудь выдающееся. На усмотрение экспертов.

По выбору обучающегося возможна разработка индивидуальной образовательной траектории и сдача зачёта в устной форме по билетам, составленным из следующих вопросов.

01. Структура процесса коммуникации.
02. Мифы о природе коммуникативного процесса.
03. Проблемы при передаче и приеме информации и их преодоление.
04. Техники, способствующие пониманию партнера.
05. Общение как взаимодействие собеседников друг с другом.
06. Ролевое общение.
07. Личность в процессе общения.
08. Темперамент.
09. Типы темперамента.
10. Проявление темперамента в общении.
11. Особенности общения с людьми разного типа темперамента.
12. Групповые эффекты.
13. Эффект социальной лени.
14. Эффект группомыслия.
15. Конформизм.
16. Эффект ореола.
17. Эффект пульсара.
18. Эффект маятника.
19. Понятие социального влияния.
20. Силы социального влияния.
21. Источники социального влияния.
22. Виды социального влияния.
23. Социальная манипуляция.
24. Методы противостояния социальному влиянию.
25. Социальная установка.
26. Понятие социальной установки.
27. Изучение социальной установки.

28. Формирование социальной установки.
29. Механизмы психологической защиты в межличностной коммуникации.
30. Общие подходы к психологической защите.
31. Поведенческие проявления психологической защиты в межличностной коммуникации.
32. Механизмы психологической защиты: отрицание, вытеснение, регрессия, замещение, компенсация, реактивное образование, проекция, рационализация.
33. Общий уровень психологической защиты.
34. Методы изучения психологической защиты.
35. Пути преодоления психологической защиты.
36. Технологии успешного публичного выступления, подготовка электронных презентаций.
37. Этапы подготовки к выступлению: постановка цели, формулировка ключевых идей, анализ ситуации, сбор и систематизация информации, подготовка речи.
38. Структура публичного выступления: введение, вступительные замечания, основная содержательная часть, заключение.
39. Виды наглядности.
40. Принципы подготовки электронных презентаций.
41. Психологические требования оформления слайдов.
42. Принципы представления графиков, столбчатых и круговых диаграмм.
43. Подготовка к вопросам.
44. Стратегии ответа на вопрос.

Проверяемые компетенции: ОПК-9, ПКА-1-ИИ-УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-6, УКБ-1, УКБ-

3.

Сформированность компетенций считается пропорционально доле успешных ответов на вопросы и доле выполненных заданий.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-9.1 Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.	Работа на занятиях. Текущий контроль. Домашние задания. Итоговое выступление. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
2	ПКА-1-ИИ-УК-1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности.	Домашние задания. Итоговое выступление.
3	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели;	Работа на занятиях. Итоговое выступление. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
4	УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач;	Домашние задания. Итоговое выступление. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
5	УК-2.3. Оценивает соответствие способов решения цели проекта;	Работа на занятиях. Текущий контроль. Примеры списков вопросов для устного зачёта.

6	УК-2.4. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;	Работа на занятиях. Домашние задания. Итоговое выступление.
7	УК-2.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля;	Домашние задания. Итоговое выступление.
8	УК-3.1 Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и деловой коммуникации, а также принципы командной работы.	Работа на занятиях. Текущий контроль. Итоговое выступление. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
9	УК-3.2 Умеет устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в команде; применяет основные нормы социального взаимодействия для самореализации и достижения личных и командных целей.	Работа на занятиях. Итоговое выступление.
10	УК-3.3 Имеет навыки командной работы, а также навыки успешного взаимодействия в различных сферах жизнедеятельности.	Работа на занятиях. Итоговое выступление.
11	УК-4.1 Знает особенности устного и письменного общения на русском и иностранном языках; правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации.	Работа на занятиях. Текущий контроль. Примеры списков вопросов для устного зачёта.
12	УК-4.2 Умеет применять различные методы делового общения на русском и иностранном языках как в устной, так и в письменной форме.	Работа на занятиях. Домашние задания. Итоговое выступление.
13	УК-4.3 Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках.	Работа на занятиях. Домашние задания. Итоговое выступление.
14	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.	Текущий контроль. Домашние задания. Итоговое выступление.
15	УКБ-1.1 способен определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, в т.ч. предпринимательский, в профессиональной сфере и управлять им на всех этапах его жизненного цикла исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в т.ч. финансовых	Домашние задания. Итоговое выступление.
16	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Работа на занятиях. Текущий контроль. Домашние задания. Итоговое выступление. Примеры списков вопросов для устного зачёта.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

● ОПК-9 — способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп.

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● УК-3 — Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● ПКА-1-ИИ-УК-1 — способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности.

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● УК-2 — способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● УК-4 — способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

● УКБ-1 — способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских.

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- УКБ-3 — способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности.

- ☐ Формируется дисциплиной.

- ☒ Развивается дисциплиной.

- ☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению лекционных занятий должны привлекаться преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению. К преподаванию данной дисциплины также могут быть допущены преподаватели, прошедшие обучение в аспирантуре не менее года, либо имеющие ученую степень.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ.

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX; MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского, и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Аминов, И.И. Психология делового общения: учебник для студентов вузов — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. - 287 с. — ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
2. Андреева Г.М. Социальная психология.- 5-е изд.- М.: Аспект Пресс, 2017. -С.79-174. – ЭБС «Айбукс» по подписке СПбГУ
3. Бороздина, Г. В. Психология делового общения : учебник — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 320 с. – ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
4. Чеховских М.И. Психология делового общения : учеб. пособие. -3-е изд. -Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2011.— 253 с. – ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
5. Попова Л.Л. Современные технологии общения: учебное пособие. - / Л.Л.Попова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – ЭР открытого доступа в сети
6. Кржановская Ю.С., Третьяков В.П. Грамматика общения. - М.: Смысл, СПб.: Питер, 2005.- 206с.
7. Куницына В.Н., Казаринова Н.В., Погорьша В.М. Межличностное общение. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2001.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

Раздел 4. Разработчики программы

Бушмелев Федор Витальевич, старший преподаватель кафедры информатики, f.bushmelev@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы баз данных
Fundamentals of Databases**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074169

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Основы баз данных» – является основной дисциплиной, связанной с хранением, обработкой и представлением больших объёмов данных в информационных системах. Навыки и знания, полученные в ходе данного курса, помогут как для разработки традиционных приложений, так и в приложениях, использующих интернет-технологии и искусственный интеллект.

Результатами освоения дисциплины станет владение терминологией и базовыми операциями SQL, умение проектирования баз данных и добавления новых таблиц, написание запросов к реляционным базам данных на языке SQL, создание индексов для ускорения выполнения запросов, создания функций, процедур, триггеров и т.д., создание разграниченных систем прав доступа к базам данных, владение механизмом транзакций, а также умения внедрять базы данных в существующие процессы. Особое место в дисциплине занимает оптимизация запросов и создания понимания различных механизмов транзакций.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса предназначена для обучающихся, владеющих базовыми навыками работы с компьютером и изучавших математику, информатику и программирование в объеме достаточном для обучающегося магистратуры.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся:

- владеет базовыми навыками программирования и написания базовых программ на уровне старших классов школьного образования

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	умеет: выбирать и адаптировать базу данных под конкретную прикладную задачу	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	знает: терминологию в области цифровых технологий (баз данных)	ОПК-2.1 Разбираться в принципах и терминологии современных программных средств
ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	владеет: методами installations, разработки и модернизации программного и аппаратного обеспечения	ОПК-5.3 Владеть методами installations модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач

ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	знает: современную типологию и системы управления базами данных	ОПК-7.1 Знать технологии разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения.
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	владеет: способами создания, наполнения и управления базами данных	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа
УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	умеет: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (50 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
тр 2	30		2	60					2				26		24		50	4
	2-50		2-25	2-12					2-12				1-1		1-1			
Ю	30		2	60					2				26		24			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 2			экзамен, в форме проекта	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 3

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Вводная в тематику. Решаемые задачи с использованием СУБД. Сложности работы с СУБД. Знакомство с конкретными СУБД	лекции	5
		практические	8
		по методическим материалам	4
II.	Модели данных. Аспекты структуры, манипуляции, целостности. Основные понятия БД	лекции	5
		практические	12
		по методическим материалам	4
III.	Средства обработки запросов. Поддержка согласованности данных. Транзакционные механизмы.	лекции	5
		практические	13
		по методическим материалам	4
IV.	Параллельные базы данных. Объединение таблиц. Основные SQL запросы	лекции	5
		практические	10
		по методическим материалам	4
V.	Проектирование баз данных. Основные архитектуры, принципы, подходы. Работа в команде с БД.	лекции	5
		практические	10
		по методическим материалам	4
VI.	Сложные запросы, встраиваемые функции. Аспекты создания БД для внешних заказчиков	лекции	5
		практические	7
		по методическим материалам	6
VII.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам. раб.)	24
		консультация	2
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекционных и семинарских занятий, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, а также подготовленных преподавателем и обучающимися электронных материалов. В силу того, что дисциплина проектноориентированная, часть лекционных занятий может быть заменена на семинарские, посвященные проектам обучающихся.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта, 4) прохождение теста. Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 21 баллов. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Посещение занятий и активная работа на них	19 баллов
Выполнение самостоятельных работ, готовность к занятиям	12 баллов
Итоговый проект	64 балла
Тест	5 баллов

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищён доклад	64 балла
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	42 балла
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	26 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Примерные вопросы тестирования

- 1) Выберите лишнее утверждение о реляционных базах данных:
 - a) Данные хранятся в таблицах
 - b) У каждой таблицы есть ключевое поле
 - c) Ключевых полей может быть несколько
 - d) **Язык запросов к реляционным базам данных называется DBlanguage**
- 2) Что такое Система управления базами данных?
 - a) **комплекс программно-языковых средств, позволяющих создать базы данных и управлять данными**
 - b) оболочка для работы с базами данных
 - c) система для абстрактного представления данных в машинном виде
 - d) ничего из вышеперечисленного
- 3) Выберите правильное утверждение об операции INNER JOIN:
 - a) **получение пересечения таблиц**
 - b) объединяет записи из двух таблиц и дополняет их всеми записями из обеих таблиц, которые не имеют совпадений (с полем NULL)
 - c) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из левой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
 - d) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из правой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
- 4) Выберите правильное утверждение об операции FULL OUTER JOIN:
 - a) получение пересечения таблиц.
 - b) **объединяет записи из двух таблиц и дополняет их всеми записями из обеих таблиц, которые не имеют совпадений (с полем NULL)**
 - c) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из левой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
 - d) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из правой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
- 5) Выберите правильное утверждение об операции LEFT JOIN:
 - a) получение пересечения таблиц.
 - b) объединяет записи из двух таблиц и дополняет их всеми записями из обеих таблиц, которые не имеют совпадений (с полем NULL)
 - c) **возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из левой таблицы, которые не удовлетворяют условию.**
 - d) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из правой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
- 6) Выберите правильное утверждение об операции RIGHT JOIN:
 - a) получение пересечения таблиц.
 - b) объединяет записи из двух таблиц и дополняет их всеми записями из обеих таблиц, которые не имеют совпадений (с полем NULL)
 - c) возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из левой таблицы, которые не удовлетворяют условию.
 - d) **возвращается все записи, согласно условию и оставшиеся записи из правой таблицы, которые не удовлетворяют условию.**
- 7) Что производит операция UNION?
 - a) разъединяет таблицы
 - b) **создаёт таблицу, которая содержит данные из всех таблиц базы данных**
 - c) объединяет данные из двух и более запросов
 - d) создаёт единый первичный ключ для всех таблиц
- 8) Как выбрать все записи с нечетными id?
 - a) **SELECT * FROM sample WHERE id % 2 != 0**
 - b) SELECT WHERE id % 2 != 0 * FROM sample
 - c) SELECT JOIN WHERE id % 2 != 0
 - d) SELECT JOIN sample WHERE id % 2 != 0
- 9) Какое ключевое слово позволит выбрать только уникальные имена?
 - a) SELECT
 - b) **SELECT DISTINCT**

- c) SELECT WHERE UNIQUE
- d) WHERE UNIQUE

10) Выберите первый тип нормализации данных:

- a) нет повторяющихся групп в строках
- b) каждое неключевое (поддерживающее) значение столбца зависит от всего первичного ключа
- c) каждое неключевое значение зависит только от первичного ключа и не имеет зависимости от другого неключевого значения столбца
- d) ничего из вышеперечисленного

Выполнение небольших заданий по различным темам обучения, таких как использование существующих, создание и наполнение новых баз данных, создание архитектуры баз данных, диаграммы запросов и т.д.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
1	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения ОПК-2.1 Разбираться в принципах и терминологии современных программных средств ОПК-7.1 Знать технологии разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения.	Задания 1–3, текст отчёта итогового проекта
2	ОПК-5.3 Владеть методами инсталлирования модернизации программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач	Задания 4–6, установка необходимого ПО для выполнения проекта (базы данных, среды для языка программирования и т.д.)
3	УК-1.1 использует методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа	Задание 7, подготовка презентации итогового
4	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Задания 8–9, выступление с итоговым проектом

Задания:

1. Перечислите современные инструменты СУБД. Их типы и различия.
2. Создайте схему базы данных «покупатель-дилерский салон-покупатель».
3. Доработайте базу данных по полученному примеру.

4. Составьте техническое задание и план создания базы данных по полученным характеристикам.
5. Выберите СУБД для реализации схемы базы данных «покупатель-дилерский салон-покупатель».
6. Назовите основные требования к СУБД, типы и архитектуры СУБД
7. Создайте архитектуру базы данных для эффективного представления знаний в задаче кластеризации пользователей Affinity Propagation (машинное обучение, искусственный интеллект).
8. Дайте определение и основные свойства транзакций, аномалии конкурентного выполнения
9. Создайте запрос, который объединит две таблицы и выгрузит данные в csv файл, не превысив установленное время на выполнения запроса.
10. Из полученных данных извлечь данные и корректно представить их в базе данных
11. Провести статистический анализ и визуализацию данных из полученной базы данных

Проверяемые компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ОПК-7, УК-1, УКБ-3

Проверяемые индикаторы: все, в соответствии с компетенциями

Пример задания итогового проекта:

Создать архитектуру, базу данных (и наполнение для неё) социальной сети «Одноклассники» при помощи одной из систем управления базами данных (MySQL, PostgreSQL, Neo4j и др.). Результатами выполнения проекта оценивается в 64 балла и оценивается по следующим критериям:

1. Представлена схема архитектуру базы данных с не менее чем 4мя таблицами (без логических ошибок — 15 баллов; с логическими ошибками — 5; меньше 4х таблиц — 0 баллов)
2. Реализована база данных при помощи выбранной системы управления базами данных (25 баллов)
3. Наполнение базы данных выполнено корректно, не случайными значениями (5)
4. Выполнены три составленных преподавателям запроса (Join, Select, From и других, в т.ч. сложных) на языке, используемом в СУБД. (19 баллов, по 6.33 балла за запрос)

3.1.4.1 Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном. Необходима установка СУБД MySQL или любой другой реляционной базы данных (SQLite, PostgreSQL, MongoDB, LibreOffice Base и др.)

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В рамках изучения дисциплины выполнения практических заданий обучающимся могут потребоваться средства Microsoft Office, компиляторы для языков программирования, поддерживающих работу СУБД PostgreSQL или других.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Агальцов, В. П. Базы данных : в 2 книгах. Книга 2. Распределенные и удаленные базы данных : учебник / В.П. Агальцов. — Москва : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. — 271с. — ISBN 978-5-8199-0713-9. — ЭР ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
2. Шустова, Л. И. Базы данных : учебник / Л.И. Шустова, О.В. Тараканов. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-16-014161-9. — ЭР ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
3. Стружкин Н.П. Годин В.В. Базы данных: проектирование. Учебник для вузов / Н.П. Стружкин, В.В. Годин. — Москва: Юрайт, 2021. — 477с. — ISBN 978-5-534-00229-4. — ЭР ЭБС «Юрайт» по подписке СПбГУ
4. Мартишин, С. А. Базы данных. Практическое применение СУБД SQL и NoSQL-типа для проектирования информационных систем : учебное пособие / С.А. Мартишин, В.Л. Симонов, М.В. Храпченко. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8199-0718-4. — ЭР ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ
5. Голицына О.Л. Базы Данных // О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. — Москва : ФОРУМ, 2019. — 400 с. ISBN 978-5-00091-516-5 – ЭР ЭБС «Знаниум» по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	Доцент Кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Олисеенко Валерий Дмитриевич		Старший преподаватель Кафедры информатики	v.oliseenko@spbu.ru vdo@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вычислительная математика
Computational Mathematics**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074231

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Вычислительная математика» является одной из базовых дисциплин учебного плана, формирующей подготовку бакалавра в области программной инженерии. Она представляет собой комплекс учебных мероприятий для развития знаний и навыков, позволяющих овладеть основами вычислительных методов и квалифицированно применять численные методы для практических вычислений и решения прикладных задач.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения дисциплине методов вычислений в целом, является принцип поэтапного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого - к сложному, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины методов вычислений: обучение методам вычислительной математики; развитие у обучающихся логического мышления; знакомство с различными численными методами; подготовка к самостоятельному решению различных вычислительных задач.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса предназначена для обучающихся бакалавриата «Программная инженерия», изучавших математику в объеме трех семестров математико-механического факультета и владеющих базовыми навыками работы с компьютером.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, если обучающийся:

- Владеет основами математического анализа, линейной алгебры, геометрии.
- Владеет основами программирования, достаточными для составления простейших программ.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	Знания основных численных методов	ОПК-1.1 Уметь идентифицировать возможные проблемы и пути их решения

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Решение избранных задач в среде MAPLE под руководством преподавателя.

Объём активных и интерактивных форм учебных занятий – 30 ак.ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

для ав ели и	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объ м актив ных и интер актив ных форм учеб ных занят ий	Тр уд оё мк ост ь
	лекц ии	семина ры	конс ульт ации	практи ческие заня тия	лабо рато рные рабо ты	конт роль ные рабо ты	кол лек тив ные	тек ущ ий конт роль	про ме жут оч ная аттес таци я	ито говая аттес таци я	под руко водс твом преп одава тел я	в при сут ствии пре пода вателя	сам. раб. с испо льзо вание м мето диче ских мате риал ов	теку щий конт роль (сам. раб.)	пром ежут очная аттес таци я (сам. раб.)	ито говая аттес таци я (сам. раб.)		

ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
3	30		2	16	14				2				59		21		30	4
	2-42		2-25	2-10	2-10				2-25				1-1		1-1			
	30		2	16	14				2				59		21		30	4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Модуль в составе (дисциплины, практики и т.п.)	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Модуль 3			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Наименование разделов		Объемы выделяемого времени (час)	
1.	Интерполирование и приближение функций.	Лекции	30
2.	Приближенное вычисление интегралов.		
3.	Решение уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.	Самостоятельная работа с методическими материалами	59
4.	Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений;	Практические занятия	16
5.	Решение краевых задач	Лабораторные работы	14
	Численное решение нелинейных уравнений и систем.		
Промежуточная аттестация		Самостоятельная работа	21
		Консультация	2
		Экзамен	2

Курс обучения состоит из пяти разделов:

1. Интерполирование и приближение функций.
2. Приближенное вычисление интегралов.
3. Решение уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.
4. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений; Решение краевых задач
5. Численное решение нелинейных уравнений и систем.

Глава I. Интерполирование и приближение функций

1. Задача интерполирования Лагранжа. Формулы Лагранжа и Ньютона. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона. Представление остатка интерполирования. Минимизация погрешности интерполяции. Функция Лебега. Постоянная Лебега.
2. Эрмитово интерполирование. Представление остатка интерполяции.
3. Интерполяция сплайнами
4. Численное дифференцирование. Формулы. Представление и оценка остаточных членов. Понятие о неустранимой погрешности численного дифференцирования.
5. Ортогональные многочлены. Полиномы Чебышева, их свойства.

Глава II. Приближенное вычисление интегралов.

1. Интерполяционно-квадратурные формулы. Формулы Котеса, частные случаи. Составные квадратурные формулы.
2. Формулы наивысшей степени точности. Критерий, частные случаи. Формула Гаусса, формула Эрмита-Мелера. Формула прямоугольников в периодическом случае.

Глава III. Решение уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.

1. Системы линейных уравнений. Метод исключения. Метод ортогонализации строк.
2. Векторные и матричные нормы. Концепция обусловленности. Оценка неустранимой погрешности в решении линейной системы.
3. Метод итераций. Метод Зейделя
4. Метод итераций для одного вещественного уравнения. Методы хорд и секущих. Метод Ньютона, скорость сходимости.
6. Решение СЛАУ с плохо обусловленными матрицами.

Глава IV. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Простейший метод Эйлера. Порядок метода. Методы Эйлера улучшенные. Методы Рунге-Кутты.
Решение краевых задач

Глава V. Численное решение нелинейных уравнений и систем.

1. Методы решения нелинейных уравнений.
2. Методы решения систем нелинейных уравнений.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины «Вычислительные методы» обучающиеся должны посещать лекции, выполнять задания преподавателя, работать с учебно-методическими материалами. Учебно-методические материалы: учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Для организации эффективной внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся требуется обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя. Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся необходима тщательная подготовка целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями.

К числу методических пособий относятся:

- учебно-тематический план работы, в котором определена тематика и виды самостоятельной работы и указан рекомендуемый объем материала и время его освоения;
- общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;
- обучающие программы, в том числе сетевые и интерактивные, которые могут быть использованы обучающимися самостоятельно. К этой категории можно отнести дополнительные ресурсы, предлагаемые авторами и издателями УМК на различных носителях, включая CD-ROM
- фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений обучающихся согласно требованиям курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, рефератов, бесед по прочитанному, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в традиционной устной форме. Список вопросов к экзамену совпадает со списком тем, изложенных на лекциях. К экзамену обучающиеся должны подготовить программу на языке Maple, реализующую вычислительный метод, рассмотренный в одном из разделов курса, по собственному выбору, согласованному с преподавателем. Первый вопрос - изложение теоретических основ выбранного метода. Второй вопрос билета – представление программы, реализующей примененный численный метод. Третий вопрос – теоретический, должен относиться к другому разделу курса. Ответ на каждый вопрос оценивается преподавателем, оценка за экзамен вычисляется как среднее арифметическое трех оценок по каждому вопросу.

Оценка «отлично» (А) ставится за полные ответы на вопросы билета, а также на дополнительные вопросы по теоретическому курсу, при условии, что в процессе всего ответа не было допущено грубых неточностей, и выполнение учебной задачи.

Оценка «хорошо» (В) ставится за грамотные ответы на вопросы билета, возможно, с некоторыми неточностями, а также на дополнительные вопросы по курсу, которые задаются устно, обучающийся отвечает на них письменно и затем комментирует ответ устно. и выполнение учебной задачи.

Оценка «хорошо» (С) ставится за грамотные ответы на вопросы билета, возможно, с несущественными ошибками, а также на дополнительных вопросы по курсу, которые задаются устно, обучающийся отвечает на них письменно и затем комментирует ответ устно. и выполнение учебной задачи.

Оценка «удовлетворительно» (D) ставится за содержательный в целом, но не полный письменный ответ на вопросы билета и на дополнительные вопросы по билету, без грубых ошибок и выполнение учебной задачи.

Оценка «удовлетворительно» (E) ставится за содержательный в целом, но не полный письменный ответ на вопросы билета и на дополнительные вопросы по билету, без грубых ошибок, и выполнение учебной задачи

Оценка (F) ставится в остальных случаях.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Способен реализовать простейшие комбинаторные алгоритмы	Ответ на каждый вопрос билетов и на дополнительные вопросы, на которые обучающийся отвечает на экзаменах двух семестров, оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов к экзамену:

I. Интерполирование и приближение функций

1. Задача интерполирования Лагранжа. Формулы Лагранжа и Ньютона. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона, Представление остатка интерполирования. Минимизация погрешности интерполяции.

2. Интерполирование Эрмита. Представление остатка интерполяции.

3. Численное дифференцирование. Формулы. Представление и оценка остаточных членов. Понятие о неустранимой погрешности численного дифференцирования.

4. Наилучшее равномерное приближение. Понятие альтернанса. Теорема Чебышева. Полиномы Чебышева, их свойства.

5. Интерполяция сплайнами

II. Приближенное вычисление интегралов.

1. Интерполяционно-квадратурные формулы. Формулы Котеса, частные случаи. Составные квадратурные формулы.

2. Формулы наивысшей степени точности. Критерий, частные случаи. Формула Гаусса, формула Эрмита-Мелера. Формула прямоугольников в периодическом случае.

III. Решение уравнений и систем линейных алгебраических уравнений.

1. Системы линейных уравнений. Метод исключения.
2. Векторные и матричные нормы. Концепция обусловленности.
3. Метод итераций. Метод Зейделя
4. Системы уравнений, метод итераций. Метод Ньютона для систем уравнений.
5. Решение СЛАУ с плохо обусловленными матрицами

IV. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Простейший метод Эйлера. Порядок метода. Методы Эйлера улучшенные. Методы Рунге-Кутты.
2. Метод сеток

V. Численное решение нелинейных уравнений и систем.

1. Методы решения нелинейных уравнений.
2. Методы решения систем нелинейных уравнений.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского. На компьютерах должно быть доступно необходимое программное обеспечение пакеты Maple, Visual Studio C++.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Мел (15 шт), маркеры для доски (3 шт), упаковка бумаги А4.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Пантина, И. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс] : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - ЭР по подписке СПбГУ
2. Грусина, Л. Г. Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем : учебное пособие для вузов / Л. Г. Русина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-9495-8. — ЭР по подписке СПбГУ
3. Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-8114-9. — ЭР по подписке СПбГУ
4. Лебедев, В. И. Функциональный анализ и вычислительная математика : учебное пособие / В. И. Лебедев. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 296 с. — ISBN 5-9221-0092-0. — ЭР по подписке СПбГУ
5. Шабаршина, И. С. Основы компьютерной математики. Задачи системного анализа и управления : учебное пособие / И. С. Шабаршина, Е. В. Корохова, В. В. Корохов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 142 с. - ISBN 978-5-9275-3118-9. — ЭР по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень ных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Самокиш Борис Андреевич, к.ф.-м.н., доцент, старший преподаватель Кафедры вычислительной математики,
b.samokish@spbu.ru

Бурова Ирина Герасимовна, д.ф.-м.н., профессор, профессор Кафедры вычислительной математики,
i.g.burova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРАКТИКИ**

Учебная практика (ознакомительная)

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074232

Аннотация

Учебная практика предназначена для формирования у обучающихся навыков проектной работы как самостоятельно, так и в составе группы, включая планирование, реализацию и представление получаемых результатов в рамках задач, которые потенциально могут возникать как от внешних, так и внутренних заказчиков. Состав и результат проводимой работы приближен к условиям производственной проектной деятельности. Также данная практика способствует получению компетенций в области проектирования, реализации, оценки качества и эффективности программного обеспечения.

Раздел 1. Характеристика практики**1.1. Цель и задачи практики**

Цели практики заключаются:

- в формировании у студентов представления об будущей профессии, ее месте и роли в системе общественного разделения труда;
- в формировании целостного представления о системе высшего и среднего общего образования в РФ, об основных нормативных документах образовательной сферы, об информационно-образовательной среде вуза и образовательной организации общего образования;
- в формировании у обучающихся компетенций, необходимых для всестороннего и последовательного овладения основными видами профессиональной деятельности, обеспечении связи между теоретической и практической подготовкой обучающихся;
- в формировании готовности к осуществлению профессиональной деятельности в соответствии с нормативными правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики.

Задачи практики:

- формирование у обучающихся способностей определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм;
- развитие у обучающихся умений объяснять сущность законов и иных нормативно правовых актов, регламентирующих образовательную деятельность в Российской Федерации, нормативных документов по вопросам обучения и воспитания детей и молодежи, законодательства о правах ребенка, трудового законодательства;

1.2. Вид практики (вид практики должен соответствовать актуальному учебному плану, утверждённому в установленном в СПбГУ порядке)

- ☒ Учебная ☐ Производственная
☐ Научно-исследовательская практика ☐ Педагогическая
☐ Преддипломная

1.2.1. Тип практики (тип практики должен соответствовать образовательным стандартам)

___ учебная _____ (указать какая)

1.2.2. В рамках учебной практики по программам магистратуры проводится ознакомительное занятие в Ресурсном центре Научного парка СПбГУ

___ нет _____ (указать в каком)

1.3. Способы проведения практики (способ проведения практики (при наличии) должен соответствовать образовательным стандартам)

___ стационарная _____ (указать какой)

1.3.1. Дополнительные характеристики стационарной практики (отметить нужное)

☒ в СПбГУ:

☒ учебно-научное подразделение СПбГУ _Математико-механический факультет _

☐ административное подразделение СПбГУ _____ (указать какое)

☒ Клиника СПбГУ IT-клиника _____ (указать какая)

☐ Научная библиотека им. М. Горького

☒ Научный парк СПбГУ, Ресурсный центр Вычислительный центр___ (указать какой)

- ☐ Малое инновационное предприятие _____ (указать какое)
- ☐ Издательство СПбГУ
- ☐ Приемная комиссия СПбГУ
- ☐ другое _____ (указать какое)

- ☐ в организации, расположенной на территории Санкт-Петербурга (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.3.2. Дополнительные характеристики выездной практики (выбрать при наличии)

- ☐ особенности проведения, связанные с природными условиями: _____ (указать, какие)
- ☐ экспедиция, выездная на учебно-научные базы, в профильной организации (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.4. Формы проведения практики (выбрать один вариант по согласованию с сотрудниками Управления образовательных программ в соответствии с календарным учебным графиком)

- ☐ Непрерывно (путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения всех видов практик)
- ☒ Дискретно с указанием дополнительных характеристик проведения практики (возможно сочетание дискретного проведения практик по их видам и по периодам их проведения)

1.4.1. Дополнительные характеристики формы проведения практики

- ☐ практика проводится в условиях, когда обучающиеся не имеют возможности посещать аудиторные занятия, т.к. находятся за пределами СПбГУ
- ☒ практика может проводиться параллельно с учебными занятиями

1.5. Требования подготовленности к прохождению практики

Дополнительных требований, кроме успешной предшествующей аттестации по НИР в рамках образовательной программы, не предъявляется. Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что магистрант:

- на протяжении обучения в магистратуре не меняет тематику исследований;
- эрудирован в области практических средств (технологий, программного обеспечения и т.д.) решения задач в выбранной области.

1.5.1. Особые условия допуска

1.5.2. Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

1.6. Перечень применяемых профессиональных стандартов в области профессиональной деятельности (дополняемый) и (или) перечень обобщенных трудовых функций, трудовых функций, умений, навыков по мнению потенциальных работодателей (обязательно для заполнения для производственного вида практики: см. <http://profstandart.rosmintrud.ru/>, перечень дополняется по мере утверждения профессиональных стандартов, при отсутствии утвержденных профессиональных стандартов учитывается мнение потенциальных работодателей)

Код 06.001 «Программист» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 424н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69720);

Код 06.015 «Специалист по информационным системам» (приказ Минтруда России от 13.07.2023 г. № 586н, зарегистрирован в Минюсте России 16.08.2023 г. № 74817);

Код 06.016 «Руководитель проектов в области информационных технологий» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 369н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73455);

Код 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 423н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69713);

Код 06.022 «Системный аналитик» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 367н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73453);

Код 06.042 «Специалист по большим данным» (приказ Минтруда России от 06.07.2020 г. № 405н, зарегистрирован в Минюсте России 05.08.2020 г. № 59174);

Код 06.046 «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа» (приказ Минтруда России от 09.07.2021 г. № 462н, зарегистрирован в Минюсте России 30.07.2021 г. № 64502).

1.7. Перечень профессиональных компетенций, формирующих практическую составляющую результатов освоения программы

1.7.1. Перечень общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп

1.7.2. Перечень профессиональных компетенций:

нет

1.7.3. Перечень универсальных компетенций:

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
- УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
- УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

Для оценки достижения компетенций применяются индикаторы:

№	Наименование категории (группы)	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции

	компетенций		
	1	2	3
1	Универсальные	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
2	Универсальные	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
3	Универсальные	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде
4	Универсальные	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.
5	Универсальные	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.
6	Универсальные	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов
7	Универсальные	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;
8	Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;
9	Общепрофессиональные	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций
10	Общепрофессиональные	ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора
11	Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при

		автоматизированных систем	необходимости дорабатывает их для решения практических задач
12	Общепрофессиональные	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности
13	Общепрофессиональные	ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы
14		ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.

1.8. Сопоставление профессиональных компетенций с содержанием профессиональных стандартов и (или) обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями, умениями, навыками по мнению потенциальных работодателей (в привязке к перечисленным профессиональным стандартам или мнению потенциальных работодателей)

Нет.

Раздел 2. Организация, структура и содержание практики

2.1. Организация практики: модель с кратким описанием

Виды и объемы учебной работы, объем и продолжительность практики, а также ее место в структуре образовательной программы указаны в актуальном учебном плане.

Учебный период и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

2.2. Структура и содержание практики

Для обучающихся учебная практика – это систематическая самостоятельная работа с учебной и научной литературой, знакомство и закрепление знаний и навыков работы с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и науки о данных.

• Во втором семестре преподаватель-руководитель практики:

- проводит ознакомительное занятие, посвящённое общим рекомендациям, касающимся последовательности и продолжения работы над ВКР и оформления её текста;
- рекомендует специализированную учебно-научную литературу и другие источники, на основе которых разрабатывается методология исследования;
- проводит на регулярной основе консультации, на которых обучающиеся отчитываются о ходе своей работы;
- оказывает методическую помощь по оформлению результатов практики (структура и разделы отчета);
- консультирует обучающихся при подготовке итоговых презентаций и участвует в процедуре защиты практики.

Раздел 3. Обеспечение практики

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

☐ Текущий контроль успеваемости

Виды: демонстрация имеющихся результатов по личным проектам посредством устных докладов и отчётов обучающихся, проведение ретроспективного анализа достижений и проблем

Формы: устно-письменная

Промежуточная аттестация

☒ зачет ☐ экзамен

3.1.2. Методические материалы для обучающихся

3.1.2.1. Методические указания по прохождению практики

В рамках учебной практики предусмотрена самостоятельная работа под руководством руководителя практики, а также регулярные консультации обучающихся по их работе над проектом, которые проводятся преподавателями-руководителями практики.

Для ознакомления с новейшими достижениями мирового научного сообщества рекомендуется использовать отечественные и зарубежные реферативные и полнотекстовые базы данных, такие как ScienceDirect (реферативная и полнотекстовая база научных изданий), e-library (коллекция отечественных журналов) и др. Список баз данных, к которым открыт доступ с компьютеров, подключенных к сети СПбГУ, представлен на сайте библиотеки СПбГУ (library.spbu.ru).

Изучение литературы заканчивается составлением обзора, в котором обобщаются известные результаты и формулируются проблемы, представляющие интерес для дальнейшего изучения.

С целью взаимного обмена информацией о проводимых работах над проектом обучающиеся представляют результаты своей работы на научном семинаре, которым руководят преподаватели кафедры.

По окончании работы над проектом каждый обучающийся составляет текстовый отчет и готовит презентацию.

3.1.2.2. Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

- Консультативная работа в течение третьего семестра
 - Обучающиеся формулируют (если еще нет) темы будущих ВКР в контексте области своих научных интересов;
 - Конкретизация заданий, подлежащих выполнению в процессе прохождения технологической практики, определяется спецификой сформулированной темы.
- Взаимодействие с научным консультантом
 - Область интересов обучающегося может потребовать привлечения консультанта, в том числе не из сотрудников СПбГУ; если обучающийся не в состоянии предложить кандидатуру консультанта самостоятельно, ему в этом помогают научный руководитель и куратор практики.
- Подготовка отчёта
 - Итоговый семестровый отчёт занимает до 10 страниц и содержит титульный лист, оглавление, введение, постановку задачи и краткий обзор, возможно — предварительные полученные результаты.
- Подготовка докладов
 - Промежуточный доклад делается в свободной форме и ставит своей целью научное общение магистрантов, руководителя практики и достижение чёткости в формулировке поставленных целей
 - Итоговый семестровый доклад занимает в пределах 7 минут (до 15 минут с ответами на вопросы); предполагается демонстрация слайдов на проекционном оборудовании.

3.1.2.3. Материалы для оценки обучающимися содержания и качества практики

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.1.3. Методические материалы для руководителей практики от СПбГУ и от профильных организаций

3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме ознакомления с документами, предоставленными обучающимся в качестве отчета, выступлением-защитой о промежуточных результатах работы и их последующей оценки комиссией. Она складывается из представления обучающимся итогового отчета, доклада по результатам практики, отзыва руководителя практики и отзыва консультанта, если таковой был назначен. Отзывы научного руководителя и консультанта (если таковой был назначен), а также внешней организации (если практика проходила во внешней организации) предоставляются координатору практики не позднее чем за один рабочий день до назначенной даты защиты, итоговый отчет о прохождении практики – не позднее, чем за семь рабочих дней.

При промежуточной аттестации по учебной практике учитывается:

- отчет по учебной практике оформленный в соответствии с требованиями;

- отзывы научного руководителя и (если есть) консультанта;
- финальная презентация по проекту.

Защита отчета (финальная презентация) по учебной практике проводится на заседании комиссии, которая формируется в установленном порядке. Процедура защиты отчета в форме финальной презентации предусматривает выступление обучающегося с основными итогами проведенной работы, а также выводами и рекомендациями. Промежуточная аттестация проводится под руководством координатора практики. Доклад оформляется как устная презентация. В ходе доклада студент показывает, как практика помогла ему в достижении целей, указанных в ВКР, а также полученные в ходе её результаты. К докладу необходимо подготовить комплект слайдов, иллюстрирующих выступление. Форма доклада и слайдов свободная, рекомендуемая длительность – не более 7 минут. Куратору практики допускается обращаться напрямую к автору отзыва в порядке взаимодействия с внешними контрагентами, определённом в приказах и должностных инструкциях СПбГУ.

3.1.3.2. Методика и критерии оценивания

Итоговые полнота и качество материалов, а также работа в семестре оцениваются баллами.

1. Присутствие на назначенных очных встречах с руководителем практики — кол-во_посещённых_встреч / кол-во_назначенных_встреч * 20 баллов. Более 3-х обязательных встреч назначать не рекомендуется (но возможно для консультаций по согласованию с обучающимися), посещаемость сверх этого количества не оценивается.
2. Отзыв научного руководителя: без замечаний 30 баллов, с некритическими замечаниями 20 баллов, с критическими замечаниями 10 баллов, отрицательный отзыв — 0 баллов. При наличии консультанта и/или внешней организации, отзыв научного руководителя ссылается на их отзывы и также использует их мнение для аргументации своих оценок.
3. Итоговый письменный отчёт по учебной практике, соответствующий рекомендуемым требованиям и содержащий необходимую информацию о ходе практики и её результатах — от 0 до 25 баллов.
4. Доклад, проведённый в соответствии с критериями, изложенными в п. 3.1.3.1 — от 0 до 25 баллов.

При полном отсутствии результатов по любому из пунктов обучающийся получает в совокупности 0 баллов.

Оценка выставляется по количеству баллов:

Полнота и качество материалов и доклада, баллы	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
90-100	A	зачтено
80-89	B	
70-79	C	
61-69	D	
50-60	E	
менее 50	F	не зачтено

В случае проведения аттестации комиссией каждый из членов аттестационной комиссии оценивает материалы и доклад независимо от остальных и принимает решение о выставлении зачета самостоятельно. При возникновении спорных ситуаций допустимы прения и изменения членами комиссии своего первоначального мнения. Финальный балл вычисляется, как среднее арифметическое из баллов, выставленных членами комиссии.

3.1.3.3. Оценочные средства: контрольно-измерительные материалы и фонды оценочных средств

При оценке документов и устного доклада необходимо проверять их соответствие критериям и рекомендациям, изложенным в п. 3.1.2.2.

Оценка индикаторов достижения компетенции при помощи КИМ:

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра

2	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
3	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
4	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
5	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Отчёт Доклад
5	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	Отчёт
7	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Доклад
3	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
9	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Отчёт Доклад
10	ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Отчёт
11	ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	Отчёт
12	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Доклад
13	ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Отчёт
14	ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт

3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике

1. Титульный лист.
2. Содержание отчета.
3. Введение.
4. Основные результаты практики.

5. Заключение (основные выводы и предложения).
6. Список использованных литературных источников и информационных материалов.
7. Перечень использованного оборудования, в том числе оборудования Научного парка СПбГУ.
8. Приложения (индивидуальное задание на производственную практику, календарный график выполнения работ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, отзыв представителя организации).

Рекомендуемые формы отзыва руководителя и титульного листа на следующих двух страницах.

Отзыв о прохождении Учебной практики (ознакомительной)

Студент	Фамилия Имя Отчество
Дата	ДД месяц ГГГГ

Обучающийся ФИО в ходе прохождения Учебной практики (ознакомительной) своевременно / качественно / несвоевременно / некачественно выполнил следующие задачи:

(перечисление задач)

В ходе работы обучающийся ФИО активно / неактивно взаимодействовал с научным руководителем, своевременно выполнял / не выполнял поставленные задачи, проявлял / не проявлял самостоятельность, оперативно устранял / не устранял вовремя выявленные замечания к работе.

Опционально:

Дополнительно прилагаю отзывы консультанта (положительный / с замечаниями / отрицательный), внешней организации (положительный / с замечаниями / отрицательный).

Рекомендую положительно аттестовать / не аттестовать обучающегося.

Руководитель учебной практики,
ученое звание
ученая степень

ФИО

/ подпись

/

Санкт-Петербургский государственный университет
Искусственный интеллект и наука о данных

Фамилия Имя Отчество

Тема практики
Отчёт о прохождении учебной
(ознакомительной) практики

Научный руководитель:

Учёная степень, должность, И.О. Фамилия

Консультант:

Учёная степень, организация, должность, И.О. Фамилия

Санкт-Петербург
год

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению практик (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ)

Лица, допущенные к проведению практики	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Координатор практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Руководитель практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Научный руководитель/директор клиники	Высшее техническое
• Директор ресурсного центра Научного парка	Высшее техническое
Представители работодателей (ИС Партнер) (определяются актуальным оглашением/договором)	
• Руководитель практики	Высшее техническое
• Куратор	Высшее техническое
• Иные	Высшее техническое

3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ (уточняется в профильном управлении))

☐ да ☒ нет

(указать, какой персонал, если ответ «да»)

Учебно-вспомогательный и (или) иной персонал	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Тьютор	
• Специалист клиники	
• Специалист ресурсного центра Научного парка	
• Иные	

3.3. Материально-техническое обеспечение (указать перечень оборудования)

В компьютерных аудиториях необходимо наличие современных рабочих станций.

☐ отметить, если предусмотрено прохождение практики на модернизированном в течение последних пяти лет научном оборудовании с использованием актуального специализированного программного обеспечения и др. средств

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может быть задействовано оборудование РЦ ВЦ СПбГУ: Ферма виртуальных вычислителей на базе вычислительного комплекса HP — Вычислительный комплекс на базе 4 шасси HP BLc7000, 60 блейд-серверов HP BL460c G6(32),G7(28). В составе узла 2 (два процессора) Intel Xeon 5675, 12 ядер, 96 GB оперативной памяти, 8 портов InfiniBand 4X QDR со скоростью 40 Гб/с, 8 портов virtual connect 10 Гбит/с ethernet.

Оборудование РЦ предполагается использовать в случае наличия необходимых для выполнения работы расходных материалов, исправности оборудования, наличия штатного специалиста и при текущей загрузке оборудования менее 70 %. Подробный план-график исследований в РЦ ВЦ, включающий виды и объем исследований, должен

согласовываться руководителем практики с директором ресурсного центра не менее чем за месяц до начала практики. Ограничить численность обучающихся при посещении РЦ.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может потребоваться доступ к любой реализации MPI версии 2, включая открытые, установленной на вычислителях РЦ ВЦ СПбГУ.

3.3.5 Перечень, объемы и характеристики требуемых расходных материалов Требования отсутствуют. При необходимости для прохождения практики расходные материалы обеспечиваются самими студентами в индивидуальном порядке.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

Не предусмотрен.

3.4.3 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Раздел 4. Разработчик (-и) программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Луцив Дмитрий Вадимович	к.ф.-м.н.		доцент	d.lutsiv@spbu.ru
Сартасов Станислав Юрьевич			старший преподаватель	stanislav.sartasov@spbu.ru
Литвинов Юрий Викторович	к.т.н.		старший преподаватель	y.litvinov@spbu.ru
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Программирование на Python
Python Programming**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074233

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Программирование на Python» знакомит слушателей с основами программирования на языке Python. Во время занятий разберут базовый синтаксис языка, научатся писать и использовать функции для своих задач, а также работе с файлами системы, списками, словарями.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет начальными навыками программирования на языке высокого уровня, математики.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.

УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (семинары и практические занятия — всего 30 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 3		16		60					2				56		10		30	4
		1-12		1-12					1-8				1-1		1-1			
О		16		60					2				56		10			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 3			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 3

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ.	семинар	6
		практические занятия	20
		по методическим материалам	20
II.	ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	семинар	6
		практические занятия	20
		по методическим материалам	20
III.	ВИЗУАЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ	семинар	4
		практические занятия	20
		по методическим материалам	16
IV.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в виде устной защиты работы. Работа состоит из 10 заданий, каждое оценивается по шкале от 0 до 10 баллов. На решение заданий отводится с общей сложности два академических часа. При этом можно пользоваться источниками и решениями предыдущих задач, запрещено использовать чужие решения и идеи.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольное задание 1,3
2	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Контрольное задание 1,2
3	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Контрольное задание 3,6
4	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Контрольное задание 4,5
5	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Контрольное задание 4,5,6

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примеры контрольных работ

Задание 1. Перемножение двух матриц. Каждая из матриц задана в отдельных файлах. Требуется проверить размерность матриц, формат их записи, выполнить умножение, и записать результат в отдельный файл.

Задание 2. Подсчёт числа вхождений каждого слова из текста. Дан текстовый файл, требуется подсчитать число вхождений каждого слова в текстовом файле, при этом знаки препинания не учитываются, а все заглавные буквы считаются прописными.

Задание 3. Логирование чата. Задан текстовый файл с чатом следующего формата:

Bob: Hi!

Alice: Hi, Bob!

Carol: Hi, guys!

Bob: Let's go to the party!

Требуется выделить вычленить список реплик каждого участника чата в порядке следования в исходном файле, а затем записать каждый список реплик в отдельный файл, каждый из которых будет назван именем соответствующего участника, например *Bob.txt*.

Задание 4. Реализовать класс комплексных чисел. Требуется реализовать класс комплексных чисел *Complex*. Необходимо реализовать следующие методы:

- `__init__`
- `__eq__`
- `__add__`
- `__sub__`
- `__mul__`
- `__str__`

Формат отображения комплексных чисел должен быть следующим: $(x; y)$, где x — вещественная часть, а y — мнимая. Далее необходимо проверить работу реализованного класса на базовых математических операциях и операции вывода в консоль. Пример приведён ниже:

$a = \text{Complex}(10, 12)$

$b = \text{Complex}(5, 7)$

$c = a + b$

$d = b - a$

$e = a * d$

`print(c)`

Задание 5. Написать класс, реализующий работу алгоритма ближайших соседей. Требуется реализовать два класса:

- `class MyNNEstimator(BaseEstimator, ClassifierMixin)`
- `class MyNNClassifier(MyNNEstimator)`

Классы *BaseEstimator*, *ClassifierMixin* необходимо позаимствовать из библиотеки *sklearn*.

По аналогии с классом *sklearn.neighbors.KNeighborsClassifier* в классе *MyNNClassifier* должны быть реализованы следующие методы:

- `fit(X, y)`
- `get_params([deep])`
- `kneighbors([X, n_neighbors, return_distance])`
- `kneighbors_graph([X, n_neighbors, mode])`
- `predict(X)`
- `predict_proba(X)`
- `score(X, y[, sample_weight])`
- `set_params(**params)`

Далее при помощи метода *GridSearchCV* из библиотеки *sklearn* требуется проверить работу реализованных классов на наборе данных на усмотрение преподавателя.

Задание 6. Написать программу расчета по двум формулам. Предварительно подготовить тестовые примеры.

1. Вариант 1 $z_1 = 2 \sin^2(3\pi - 2\alpha) \cos^2(5\pi + 2\alpha)$, $z_2 = 14 - 14 \sin(52\pi - 8\alpha)$.

2. Вариант 2 $z_1 = \cos \alpha + \sin \alpha + \cos 3\alpha + \sin 3\alpha$, $z_2 = 2\sqrt{2} \cos \alpha \cdot \sin(\pi/4 - 2\alpha)$.

Шкала оценивания и критерии оценки:

№ п/п	Показатели	Оценка (уровень)		
		высокий	средний	низкий
1	Выполнение поставленной перед студентом задачи	3	1,5	0
2	Умение обосновывать полученные результаты	2	1	0
3	Умение применять полученные знания в новом окружении или для новых задач	2	1	0

4	Умение обосновывать принятые решения, анализировать ограничения их применимости	2	1	0

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

Описание технологии проведения тестирования:

- *форма проведения: тестовое задание*
- *время, отводимое на выполнение: 20 минут*
- *количество заданий в каждом варианте: 7 вопросов с одним или несколькими правильными ответами.*

1. Что из указанного ниже является элементами программ:

- а) операторы;
- б) компиляторы;
- в) переменные;
- г) производные.

2. Зачем нужен тип данных

- а) для определения допустимых операций;
- б) для обеспечения целостности данных;
- в) для создания точек останова программ;
- г) для указания переменной типа ее содержимого.

3. Укажите, что является результатом выполнения оператора присваивания:

- а) изменение значения переменной на заданное значение;
- б) изменение значения константы на вычисленное значение;
- в) передача управления подпрограмме;
- г) проверка на равенство двух величин.

4. Для чего предназначен оператор цикла:

- а) для передачи управления подпрограмме;
- б) для продолжения работы программы после остановки;
- в) для организации многократного выполнения группы операторов;
- г) для выбора одного из нескольких вариантов дальнейших действий.

5. Что такое массив

- а) именованный набор переменных, имеющих различные типы данных, и располагающихся в одной области памяти;
- б) переменный набор имен, имеющий один тип и разное место в памяти;
- в) набор переменных имен и функций, которые располагаются в одной области памяти;
- г) именованный набор переменных, имеющий один тип данных, и располагающихся в одной области памяти.

6. Что такое функция

- а) некоторая часть программы, имеющая собственное имя, которая может быть вызвана необходимым количеством раз;
- б) некоторая часть программы, содержащая вредоносный код, и блокирующая определенные действия системы;
- в) часть программы, в которой хранятся глобальные переменные;
- г) некоторое действие, не имеющее возвращаемого результата.

7. В чем состоит основное назначение модульного программирования:

- а) сокращение размеров программ;
- б) упрощение решения задачи за счет разбиения её на подзадачи;
- в) ускорение выполнения вычислений;
- г) создание библиотек полезных подпрограмм.

8. Как называется принцип создания класса на базе существующего:

- а) полиморфизм
- б) наследование
- в) перегрузка
- г) инкапсуляция
- д) делегирование

9. При уничтожении объекта класса автоматически вызывается специальный метод класса:

- а) деструктор
- б) член – функции
- в) член – данные
- г) конструктор
- д) разрушитель

10. Свойство, позволяющее поместить на графическую кнопку класса TBitBtn, растровое изображение:

- а) Caption
- б) Picture
- в) Image
- г) Text
- д) Glyph

Требования к выполнению тестов:

Требования	Максимальное количество баллов
1. Количество правильных ответов на вопросы теста при общем количестве правильных ответов 9 и более	90-100
2. Количество правильных ответов на вопросы теста при общем количестве правильных ответов 7 и 8	70-80
3. Количество правильных ответов на вопросы теста при общем количестве правильных ответов 5 и 6	50-60

В случае если обучающийся дал менее 5 правильных ответов на вопросы теста, он получает 0 баллов.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Компьютерный класс с количеством рабочих мест соответствующим количеству обучающихся с учетом рабочего места преподавателя, мультимедийный проектор, доска.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

Перечень программного обеспечения общего пользования: OS Linux с установленным пакетом gcc, или OS Windows (7 и выше).

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

PyCharm, VS Code, Jupyter Lab.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 3 штуки. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 10 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Златопольский, Д.М. Основы программирования на языке Python [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2017. — 284 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97359>. — Загл. с экрана.
2. Серебряков, В.А. Теория и реализация языков программирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2012. — 236 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5294>. — Загл. с экрана.
3. Ян, Э.С. Программирование компьютерного зрения на языке Python [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93569>. — Загл. с экрана.
4. Александров, Э.Э. Программирование на языке C в Microsoft Visual Studio 2010 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Э. Александров, В.В. Афонин. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 570 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100410>. — Загл. с экрана.
5. Ашарина, И.В. Язык C++ и объектно-ориентированное программирование в C++. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Ашарина, Ж.Ф. Крупская. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 232 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107633>. — Загл. с экрана.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Должность	Контактная информация
Олисеенко Валерий Дмитриевич	старший преподаватель кафедры информатики	v.oliseenko@spbu.ru
Бушмелев Федор Витальевич	старший преподаватель кафедры информатики	f.bushmelev@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Введение в теорию искусственного интеллекта
Introduction to Artificial Intelligence Theory

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074235

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Цель дисциплины – улучшить или дать понимание того, что такое искусственный интеллект, его влияние на те области, в которых он применяется, ознакомиться с классическими и передовыми методами и инструментами машинного и глубокого обучения, нейронных сетей.

Задачами дисциплины являются изучение базовых и современных технологий, лежащих в инструментах и решениях искусственного интеллекта, обзор кейсов успешного, ошибочного и проблематичного применения ИИ, рассмотрение этических и правовых аспектов создания и применения ИИ.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: знание информатики, программирования, логики и математики в пределах бакалаврской подготовки.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности
ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной	Знать: текущее состояние информационного общества и роль искусственного интеллекта в его развитии Уметь: анализировать сущность и значение искусственного интеллекта в развитии современного информационного	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности

безопасности	общества	
ПКП-2-ИИР-ОПК-2. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	знает: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы умеет: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Адаптирует известные научные принципы и методы исследований с целью их практического применения

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (семинары - 18 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекция	семинары	консультация	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 4	30	18	2						2				36		20		18	3
	1-25	1-25	1-25						1-25				1-1		1-1			
О	30	18	2						2				36		20			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 4			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 4

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Введение	лекции	4
		семинар	3
		по методическим материалам	6
II.	ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИИ, ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ И РАБОТЫ РЕШЕНИЙ КЛАССА ИИ	лекции	8
		семинар	5
		по методическим материалам	10
III.	ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ПОСТРОЕНИЯ, ЭКСПЛУАТАЦИИ И ВСТРАИВАНИЯ ИИ	лекции	10
		семинар	5
		по методическим материалам	10
IV.	ЭТИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ	лекции	8
		семинар	5
		по методическим материалам	10
V.	ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	20
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта,

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

В качестве промежуточной аттестации также могут быть зачтены результаты прохождения онлайн-курса «Основы искусственного интеллекта» (https://openedu.ru/course/spbu/BASARTINT/?session=self_paced_2023) в случае наличия у обучающегося сертификата об успешном прохождении.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения	Контрольно-измерительные материалы (КИМ)

	компетенции	(тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Домашние задания. Итоговый проект.
2	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	Работа на занятиях. Итоговый проект.
3	ПКА-1-ИИ-УК-1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Домашние задания. Итоговый проект.
4	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Домашние задания. Работа на занятиях. Итоговый проект.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2. — Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примеры индивидуальных и практических заданий:

1. Ознакомиться с возможностями библиотеки по обработке текста на естественном языке, сравнить скорость и качество выявления именованных сущностей человеком и машины в заданных текстах.
2. Изучить исходный код приложения по распознаванию номеров автомобилей с использованием когнитивного сервиса Yandex vision.

Примерный перечень тем докладов:

1. Обзор облачных решений для распознавания речи\текста\рукописного текста\изображений.
2. Обзор библиотек и платформ искусственного интеллекта для решения задач прогнозирования\классификации\распознавания.
3. Кейсы по использованию искусственного интеллекта для выбранной области деятельности человека (искусство, медицина, образование, право и т.д.).
4. Обзор кейсов правового регулирования использования методов обработки данных и искусственного интеллекта в разных странах.

Примерный список вопросов к экзамену:

1. Искусственный интеллект как направление знаний. Основные направления. «Сильный» и «слабый» ИИ. Критерий интеллектуальности. Тест Тьюринга. Критика теста Тьюринга.
2. Философские аспекты ИИ. Теория симуляции реальности Н.Бострома. Цифровая философия Э.Фредкина. Эволюционная кибернетики В.Ф.Турчина.
3. Понятие сингулярности. Трансгуманистическая философия: основные постулаты.
4. Модели памяти и мышления человека. Чанки. Структуры и процессы.
5. Восходящий, нисходящий и эволюционный подходы к ИИ. Понятие о нейронных сетях.
6. Знания и информация. Понятие о представлении знаний. Статические и динамические знания. Модели явного и неявного представления знаний.
7. Процедурное представление знаний. Продукции. Деревья И-ИЛИ. Деревья вывода.
8. Сетевое представление знаний. Семантические сети. Концептуальные графы. Представление знаний тройками объект-атрибут-значение. Представление семантической сети на Прологе.
9. Фреймовое представление знаний. Основные операции логического вывода во фреймовом представлении. Реализация фреймового подхода на языке Пролог.
10. Представление знаний на основе формальной логики. Пролог как возможный язык логического представления знаний.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение семинаров обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Душкин, Р. В. Искусственный интеллект / Р. В. Душкин. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 280 с. — ISBN 978-5-97060-787-9.
2. Дейтел П., Дейтел Х. Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления. — СПб.: Питер, 2020. — 864 с. ISBN 978-5-4461-1432-0
3. Дейвенпорт, Т. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику: преимущества и сложности : практическое руководство / Т. Дейвенпорт, З. Мамедьяров. — Москва : Альпина Паблишер, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-9614-3952-6.
4. Джесутасан, Р. Реинжиниринг бизнеса: как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект / Равин Джесутасан, Джон Будро ; пер. с англ. — Москва: Альпина Паблишер, 2019. — 280 с. — ISBN 978-5-96142-704-2.
5. Берджесс, Э. Искусственный интеллект - для вашего бизнеса : практическое руководство / Э. Берджесс. - Москва : Интеллектуальная Литература, 2021. - 232 с. - ISBN 9-785-907274-81-5.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Звание, должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н., доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Хлобystова Анастасия Олеговна	старший преподаватель Кафедры информатики	a.khlobystova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Машинное обучение
Machine Learning**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 7

Регистрационный номер рабочей программы: 074302

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Цель изучения дисциплины — знакомство с основными типами задач, которые решаются с помощью машинного обучения, изучение теоретических основ машинного обучения и формирование практических навыков по применению и оценке качества моделей машинного обучения в различных задачах, а также овладение соответствующим инструментарием. Студенты приобретут навыки и компетенции, соответствующие профессии исследователя данных (data scientist) и разработчика математических моделей, методов и алгоритмов анализа данных

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми математическими понятиями и навыками программирования на языке высокого уровня, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий

ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: знает способы моделирования и построения организационно-технических и экономических процессов с использованием информационно-коммуникационных технологий и систем искусственного интеллекта Уметь: умеет разрабатывать и внедрять организационно-технические и экономические процессы с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	ПКП-3-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения Уметь: определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области	ПКП-5-ИИР-ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных

		российских и зарубежных источников.
УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практиков и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 5	60	44	2	54					2				80		10		10	7
	1-25	1-25	1-25	1-25					1-25				1-1		1-1			
О	60	44	2	54					2				80		10			7

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Этапы обработки данных в системах машинного обучения Автоматическая обработка текста в системах машинного обучения Методы и алгоритмы машинного обучения	лекции	15
		семинары	11
		практические занятия	13
		по методическим материалам	20
II.	Этапы обработки данных в системах машинного обучения	лекции	15
		семинары	11
		практические занятия	13
		по методическим материалам	20
III.	Автоматическая обработка текста в системах машинного обучения Методы и алгоритмы машинного обучения	лекции	15
		семинары	11
		практические занятия	13
		по методическим материалам	20
IV.	Оценка классификаторов	лекции	15
		семинары	11
		практические занятия	15
		по методическим материалам	20
V.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты экзамена.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

В качестве промежуточной аттестации также могут быть зачтены результаты прохождения онлайн-курса «Основы машинного обучения» (https://openedu.ru/course/spbu/BASMACHLEAR/?session=self_paced_2023) в случае наличия у обучающегося сертификата об успешном прохождении.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения	Контрольно-измерительные материалы

	компетенции	(КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
2	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
3	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Вопросы на экзамене.
4	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
5	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
6	ПКП-3-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
7	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.
8	ПКП-5-ИИР-ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей	Комплект практических заданий по темам курса. Проект. Вопросы на экзамене.
9	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Комплект практических заданий по темам курса. Проект.

1 0	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Вопросы на экзамене.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов для проверки компетенций.

Описание технологии проведения проекта:

- *структура и объем проекта:* проект должен быть выполнен в виде программного кода с комментариями и отчёта.

- *сроки представления проекта:* 1 месяц

- *описание процедуры защиты:* выступление с устной презентацией результатов с последующим групповым обсуждением, ответы на вопросы преподавателя

Примерный перечень тем курсовых работ/ проектов:

1. Извлечение фактов и категорий;
2. Оптимизация гиперпараметров нейронных сетей с помощью предсказания кривой обучения;
3. Применение глубоких сетей для распознавания языка;
4. Синтез изображений на основе глубоких нейронных сетей;

5. Настройка гиперпараметров алгоритмов кластеризации;
6. Построение вероятностной модели профиля пользователя по неполной и несогласованной информации из многих источников;
7. Исследование пространства графовых структур байесовских сетей;
8. Оптимизация гиперпараметров рекуррентной сети;
9. Постановка задачи отбора кандидатов в поиске кросс-языковых заимствований;
10. Контекстуальные бандиты для настройки гиперпараметров;
11. Управление траекторией регуляризации в процессе построения вероятностных тематических моделей;
12. Извлечение отношений между словами на основе их векторного представления;
13. Восстановления профиля пользователя по данным из многих источников;
14. Сличение различных аккаунтов одного пользователя;
15. Предсказание сердечного ритма пользователей;
16. Алгоритмы кластеризации пользователей по данным из многих источников;
17. Моделирование распространения информации среди Интернет-ресурсов с помощью сетей диффузии;
18. Поиск подграфов социального графа, включающих заданное множество пользователей;
19. Определение структуры пересекающихся сообществ графа путём пост-обработки непересекающихся сообществ;
20. Определение пользовательских ролей в онлайн-сообществах;
21. Исследование устойчивости и полноты тематических моделей;
22. Именованное тем, ранжирование вариантов названия;
23. Оптимальные режимы онлайн-алгоритма построения тем;
24. Адаптация коэффициентов регуляризации, обучение с подкреплением для тематических моделей;
25. Выделение синтаксических шаблонов, коллокаций, тематичных терминов;
26. Алгоритмы инициализации матрицы Φ в тематическом моделировании;
27. Тематические модели дистрибутивной семантики;
28. Тематические модели коротких текстов, предложений, сегментации;
29. Суммаризация тем, иерархическая суммаризация;
30. Сфокусированная тематизация: этничности, эпидемии, конфликты, терроризм
31. Совместная тематическая модель для текстов и изображений;
32. Предсказание популярности пользователя по первым постам;
33. Построение тематической модели, максимизирующей качество интерпретируемости основных слов и похожести текстов.

Проверяемые компетенции: Все

Примерный список вопросов к экзамену:

Описание технологии проведения экзамена:

- формат проведения экзамена: устный экзамен в формате ответов на вопросы экзаменационного билета
- порядок формирования экзаменационного билета: 1-й вопрос – с 1 по 20 вопрос из перечня вопросов к экзамену, 2-й вопрос – с 21 по 40 вопрос

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Искусственный интеллект, интеллектуальные системы, знания.
2. Понятие машинного обучения, виды машинного обучения, задачи машинного обучения.
3. Метрические алгоритмы классификации: k-NN, 1-NN.
4. Тестирование и настройка параметров: CV, LOO.
5. Отбор эталонов в метрической классификации.
6. Вероятностная постановка задачи классификации и оптимальный байесовский классификатор.
7. Эквивалентность двух постановок задачи машинного обучения.
8. Непараметрическая оценка плотности, окно Парзена-Розенблатта.
9. Задача линейной классификации, нейрон Каллока-Питтса, градиентный спуск.
10. Стохастический градиентный спуск, эвристики для градиентного спуска.
11. Регуляризация в задаче классификации. Регуляризация в задаче восстановления регрессии.
12. Машина опорных векторов и ее обобщения.

13. Задача линейной байесовской классификации и нормальный дискриминантный анализ.
14. Логистическая регрессия и ROC-кривая.
15. Поиск закономерностей.
16. Деревья принятия решений.
17. Задача восстановления регрессии. Непараметрическое восстановление регрессии.
18. Линейная регрессия и сингулярное разложение.
19. Метод Ньютона-Рафсона и обобщение линейной модели.
20. Коллаборативная фильтрация. User-based метод.
21. SGD и ALS в рекомендательных системах.
22. Tag-based методы в рекомендательных системах.
23. Алгоритм iALS.
24. Алгоритмы ALS-1 и iALS-1.
25. Алгоритм rank ALS.
26. Нейрон, правило Хэбба, многослойная нейронная сеть.
27. Алгоритм обратного распространения ошибок и эвристики.
28. Композиция алгоритмов, бустинг.
29. Градиентный бустинг.
30. AdaBoost и основная теорема бустинга.
31. Подбор алгоритмов и случайный лес.
32. Восстановление плотности распределения смесью распределений.
33. EM-алгоритм, его анализ и модификации.
34. Задача уменьшения размерности и подходы к ее решению.
35. Алгоритм PCA и его анализ.
36. Задача кластеризации, метрики оценки качества.
37. Графовые методы кластеризации.
38. Иерархические методы кластеризации. Монотонность.
39. EM-подобные методы кластеризации.
40. Плотностные методы кластеризации. Непараметрические методы кластеризации.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс с количеством рабочих мест соответствующим количеству обучающихся с учетом рабочего места преподавателя, доска. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Python (3.9 и старше).

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение**3.4.1 Список литературы**

1. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. —
2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: / А. И. Кобзарь. — Москва: Физматлит, 2006. — 816 с.: табл. — (Современные методы в математике). — ISBN 978-5-9221-0707-5.
5. Дейвенпорт, Т. Внедрение искусственного интеллекта в бизнес-практику: преимущества и сложности : практическое руководство / Т. Дейвенпорт, З. Мамедьяров. — Москва : Альпина Паблишер, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-9614-3952-6.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Степень, должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н., доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Бушмелёв Фёдор Витальевич	старший преподаватель кафедры информатики	fvb@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Жизненный цикл системы искусственного интеллекта
Life Cycle of an Artificial Intelligence System**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074304

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Цель дисциплины – улучшить или дать понимание того, что такое искусственный интеллект, его влияние на те области, в которых он применяется, ознакомиться с классическими и передовыми методами и инструментами машинного и глубокого обучения, нейронных сетей.

Задачами дисциплины являются изучение базовых и современных технологий, лежащих в инструментах и решениях искусственного интеллекта, обзор кейсов успешного, ошибочного и проблематичного применения ИИ, рассмотрение этических и правовых аспектов создания и применения ИИ.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.
ОПК-8 — Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Умеет: выполнять организационные мероприятия на всех стадиях жизненного цикла информационных систем. Знать: стандарты управления жизненным циклом информационных систем	ОПК-8.1 Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-2-ИИР-ОПК-2. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на	Знать: как решать задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем

стадиях их жизненного цикла	Уметь: решать задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знать: виды представления данных, методы поиска и парсинга данных. Уметь: отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критических отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (20 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 5	36	26	2						2				48		30		20	4
	1-25	1-25	1-25						1-25				1-1		1-1			
О	36	26	2						2				48		30			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ	лекции	7
		семинары	5
		по методическим материалам	9
II.	СИСТЕМЫ С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ ИНТЕРФЕЙСАМИ	лекции	7
		семинары	5
		по методическим материалам	9
III.	АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	лекции	7
		семинары	5
		по методическим материалам	9
IV.	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	лекции	7
		семинары	5
		по методическим материалам	9
V.	АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (АСНИ)	лекции	8
		семинары	6
		по методическим материалам	12
VI.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	30
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты экзамена.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Устный ответ на экзамене.
2	ОПК-8.1 Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.	Устный ответ на экзамене.
3	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Устный ответ на экзамене.
4	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям.
5	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях	Выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-8 – Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
- ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта

✓ Формируется дисциплиной.

□ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример заданий для семинаров:

- Составить с помощью среды TurboProlog программу, вычисляющую результаты четырех основных арифметических действий

- Составить программу, реализующую оконный интерфейс в языке TurboProlog
- Составить базу данных на языке TurboProlog, описывающую продажу автомобилей

Список примерных вопросов к экзамену:

1. Основные положения информационно-функциональной теории развития техники
2. Информационная теория стоимости
3. Понятие: "Система искусственного интеллекта", место СИИ в классификации информационных систем
4. Жизненный цикл системы искусственного интеллекта и критерии перехода между этапами этого цикла
5. Выбор в условиях неопределенности
6. Классификация методов распознавания образов
7. Теоретические основы системной теории информации
8. Жизненный цикл системы искусственного интеллекта и критерии перехода между этапами этого цикла
9. Семантическая информационная модель СК-анализа
10. Определение и классификация систем искусственного интеллекта, цели и пути их создания

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Остроух, А. В. Системы искусственного интеллекта : монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8519-2.
2. Романов, П. С. Системы искусственного интеллекта. Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB. Лабораторный практикум / П. С. Романов, И. П. Романова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-9991-5.
3. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта. Часть 1: Учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 118 с.: ISBN 978-5-9275-2113-5.
4. Тулупьев А.Л. Алгебраические байесовские сети: реализация логико-вероятностного вывода в комплексе java-программ // Труды СПИИРАН. 2009. № 8. С. 191–232. – ЭР по подписке СПбГУ

профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н., доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Хлобystова Анастасия Олеговна	старший преподаватель кафедры информатики	a.khlobystova@spbu.ru , aok@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы параллельного программирования
Parallel Programming Methods**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074307

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Методы параллельного программирования» является одной из основных дисциплин цикла, формирующей подготовку бакалавра в области искусственного интеллекта и науки о данных, частной задачей которой является использование высокоэффективных вычислений на больших объемах данных при помощи современных вычислительных систем. Она представляет собой комплекс знаний, умений и навыков, позволяющих овладеть основами теории параллельных вычислений на многопроцессорных компьютерах, а также получить представления о практическом применении распараллеливания, его реализуемость, оптимизацию времени работы по его созданию и отладке.

Основной целью данной дисциплины является формирование у обучающихся научно-теоретических и практических знаний, умений и навыков по работе с методами распараллеливания вычислений с использованием мощных вычислительных систем с распределенной памятью. Сопутствующие задачи: изучение основных концепций параллельных алгоритмов, изучение средств распараллеливания, изучение элементов программирования, составление алгоритмов, проведение простейших вычислений при помощи методов параллельного программирования.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа курса предназначена для обучающихся 5 семестра бакалавриата и рассчитана на учащихся, изучивших математический анализ, алгебру, дискретную математику, математическую логику, основы информатики, программирования и анализа алгоритмов.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающиеся владеют математическим аппаратом, достаточным для работы с формулировками математических утверждений и построения алгоритмических конструкций; основами анализа алгоритмов; основами программирования, достаточными для составления программ по описанным алгоритмам.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3	4
1	Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	УМЕТЬ: - находить наиболее эффективные методы решения основных типов проблем и задач, встречающихся в области информатики, вычислительной техники и программирования - анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований в области информатики, вычислительной техники и программирования - собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа - решать классические алгоритмические задачи ЗНАТЬ: - предмет и основные методы информатики; - основные понятия информатики и вычислительной техники и	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

			навыки управления информацией ● основной круг проблем (задач), встречающихся в области информатики, вычислительной техники и программирования, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения ● основные источники и методы поиска научной и технической информации ВЛАДЕТЬ: ● базовыми методами поиска и обработки информации	
2		ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ЗНАТЬ: ● основы разработки алгоритмов и программ, программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий на базовом уровне пригодном для практического применения УМЕТЬ: ● разрабатывать алгоритмы и программы, применять знания языков программирования и работы с базами данных, современных программных сред разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ на базовом уровне, пригодном для практического применения ● формализовывать поставленные задачи; ● выбирать алгоритмы решения поставленных задач, обеспечивающих эффективную реализацию, учитывающую специфику задачи ВЛАДЕТЬ: ● навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач на базовом уровне ● навыками выбора алгоритма решения относительно специфики задачи; ● навыками выявления параметров задачи, изменение которых влечёт уменьшение времени её решения как в случае последовательного, так и в случае параллельного режима	ОПК-7.1. Знать технологии разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения. ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

			обработки	

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий
Практические занятия – 20 ак.ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллективные	текстовый контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)		
доля активных занятий																		
и																		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
5	30		2	30					2				70		10		20	4
	2-25		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
	30		2	30					2				70		10		20	4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Модуль в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
модуль 5			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Концепция распараллеливания	Лекции	6
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	8
2	Методы линейной алгебры в концепции неограниченного параллелизма	Лекции	4
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	10
3	Место графовых структур в задаче распараллеливания	Лекции	4
		Практические занятия	6
		По методическим материалам	10
4	Функциональные устройства (ФУ)	Лекции	4
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	10
5	Алгоритмы распараллеливания и вычислительные системы	Лекции	4
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	10
6	Технологии программирования Open MP	Лекции	4
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	12
7	Технология программирования DVM	Лекции	4
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	10
	Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация (экзамен)	2
		Консультация	2
		Сам. работа	10

На лекционных занятиях преподаватель рассказывает материал курса согласно следующему содержанию в разбивке по разделам:

Модуль 1. Концепция распараллеливания

1. Введение. О некоторых вычислительных задачах.
2. Численный эксперимент и его целесообразность.
3. Об устройстве параллельных вычислительных системах (ВС). Особенности алгоритмов машинных операций с числами.

4. Виды памяти вычислительной системы. Иерархия фрагментов памяти.
5. Языки программирования. Переносимость программ.
6. Производительность вычислительных систем. Узкие места. Проблемы ускорения алгоритмов вычислений.
7. Однопроцессорные, многопроцессорные ВС и трудности их использования.
8. Проблема распараллеливания алгоритмов и программ. Идея конвейерных вычислений.
9. О классификации многопроцессорных ВС. Параллельная форма алгоритма.
10. Закон Мура. Об архитектурных решениях вычислительных систем.
11. Ускорение алгоритмов вычислений. Закон Амдала.
12. Примеры распараллеливания. Понятие о концепции неограниченного параллелизма.
13. О схеме сдваивания. О вычислении степени на параллельной системе.

Модуль 2. Методы линейной алгебры в концепции неограниченного параллелизма

1. Распараллеливание умножения матрицы на вектор. О распараллеливании перемножения матриц.
2. Распараллеливание одного рекуррентного процесса.
3. Об LU-разложении. Распараллеливание LU-разложения трехдиагональной матрицы.
4. О распараллеливании процесса отыскания обратной матрицы.

Модуль 3. Место графовых структур в задаче распараллеливания

1. О понятии графа. Граф алгоритма и его особенности. Граф вычислительной системы. Ориентированный граф.
2. Топологическая сортировка. Примеры графов параллельных форм.
3. Изоморфизм графов. Операции гомоморфизма.
4. Построение параллельных форм. Направленный граф.

Модуль 4. Функциональные устройства (ФУ)

1. Определения: простое ФУ, конвейерное ФУ, длина конвейера, стоимость операции, стоимость работы.
2. Загруженность, асимптотическая загруженность.
3. Свойства простых и конвейерных ФУ. Номинальная (пиковая) производительность, реальная производительность.
4. О времени реализации алгоритма. Об ускорении при распараллеливании. Максимально возможное ускорение, вычислительный алгоритм.

Модуль 5. Алгоритмы распараллеливания и вычислительные системы

1. О соотношении графов алгоритма и вычислительной системы. О двух задачах реализации алгоритма.
2. Базовая вычислительная система. Понятие о временной развертке.
3. Достоинства и недостатки базовой вычислительной системы.
4. О построении графа вычислительной системы.
5. NP-сложность задачи отыскания графа вычислительной системы из графа алгоритма.

Модуль 6. Технологии программирования Open MP

1. Трудности перехода от последовательных программ к параллельным.
2. Последовательные и параллельные области (секции). Основная нить (нить-мастер). Схема FORK/JOIN.
3. Общие и локальные переменные.
4. Общая идея Open MP. Директивы Open MP.
5. Описание параллельных областей. Параллельные секции и их вложенность.
6. Распределение работы. Программирование на низком уровне.
7. Выполнение операторов цикла. Параллелизм независимых фрагментов.
8. Классы переменных. Критическая секция.
9. Другие возможности Open MP. Привлекательные черты технологии Open MP.

Модуль 7. Технология программирования DVM

1. Основные принципы. Распределение массивов.
2. Выравнивание массивов. Параллельное выполнение циклов

3. Отображение задач на вычислительную систему
4. Удаленные данные. Редукционные данные.
5. Пересеченные (across) данные
6. Пример программы. Отладка программы.
7. Заключительные замечания.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися создается команда в MS Teams. В группе размещаются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: научные и научно-популярные издания, учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Наряду с традиционной, очной формой консультаций, все большее значение принимают консультации, проводимые с помощью электронных средств общения. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения экзамена

Экзамен теоретический, проводится в классической устной форме с предварительной подготовкой. За ответ на экзамене выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». В начале экзамена обучающийся получает 2 случайных вопроса из первой и второй половин списка, представленного в п. 3.1.4, в течение академического часа готовит развернутый ответ по тематике билета. При необходимости обучающему могут быть заданы несколько дополнительных вопросов по всем изученным темам. Не разрешается пользоваться никакими вспомогательными материалами и устройствами помимо ручки и чистой бумаги. В случае обнаружения факта использования недопустимых материалов (устройств) составляется акт, обучающемуся ставится оценка «неудовлетворительно» / «F» в ECTS, после чего обучающийся удаляется с экзамена.

За каждый вопрос обучающийся может получить от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ) баллов. Результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100.

В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительного вопроса может быть предложена задача по следующим темам: «Алгоритм и его распараллеливание», «Отыскание обратной матрицы», «Роль топологической сортировки при распараллеливании», «Конвейерная обработка как способ распараллеливания», «Преимущества технологии Open MP», «Особенности технологии распараллеливания MPI».

Критерии выставления оценок за ответ на экзамене.

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия:

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

Критерии оценки на экзамене в системе ECTS.

- Оценка «А» ставится в тех же случаях, что и оценка «отлично».
- Оценка «В» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено не более двух неточностей.
- Оценка «С» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено более двух неточностей.
- Оценка «D» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено не более одной грубой ошибки.
- Оценка «Е» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено более одной грубой ошибки.
- Оценка «F» ставится в тех же случаях, что и оценка «неудовлетворительно».

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:

Нет.

Компетенции, развиваемые дисциплиной:

- *ОПК-1* Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
- *ОПК-7* Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения;

Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:

Нет.

Шкала оценивания каждой компетенции: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка вопросов для устного экзамена

1. Численный эксперимент и его целесообразность.
2. Об устройстве параллельных вычислительных системах (ВС). Особенности алгоритмов машинных операций с числами.
3. Виды памяти вычислительной системы. Иерархия фрагментов памяти.
4. Языки программирования. Переносимость программ.
5. Производительность вычислительных систем. Узкие места. Проблемы ускорения алгоритмов вычислений.

6. Однопроцессорные, многопроцессорные ВС и трудности их использования. Проблема распараллеливания алгоритмов и программ. Идея конвейерных вычислений.
7. О классификации многопроцессорных ВС. Параллельная форма алгоритма.
8. Закон Мура. Об архитектурных решениях вычислительных систем.
9. Ускорение алгоритмов вычислений. Закон Амдала.
10. Примеры распараллеливания. Понятие о концепции неограниченного параллелизма.
11. О схеме сдваивания. О вычислении степени на параллельной системе.
12. Распараллеливание умножения матрицы на вектор. О распараллеливании перемножения матриц.
13. Распараллеливание одного рекуррентного процесса.
14. Об LU-разложении. Распараллеливание LU-разложения трехдиагональной матрицы.
15. О распараллеливании процесса отыскания обратной матрицы.
16. О понятии графа. Граф алгоритма и его особенности. Граф вычислительной системы. Ориентированный граф.
17. Топологическая сортировка. Примеры графов параллельных форм.
18. Изоморфизм графов. Операции гомоморфизма.
19. Построение параллельных форм. Направленный граф.
20. Определения: простое ФУ, конвейерное ФУ, длина конвейера, стоимость операции, стоимость работы.
21. Загруженность, асимптотическая загруженность.
22. Свойства простых и конвейерных ФУ. Номинальная (пиковая) производительность, реальная производительность.
23. О времени реализации алгоритма. Об ускорении при распараллеливании. Максимально возможное ускорение, вычислительный алгоритм.
24. О соотношении графов алгоритма и вычислительной системы. О двух задачах реализации алгоритма.
25. Базовая вычислительная система. Понятие о временной развертке.
26. Достоинства и недостатки базовой вычислительной системы.
27. О построении графа вычислительной системы.
28. NP-сложность задачи отыскания графа вычислительной системы из графа алгоритма.
29. Трудности перехода от последовательных программ к параллельным.
30. Последовательные и параллельные области (секции). Основная нить (нить-мастер). Схема FORK/JOIN.
31. Общие и локальные переменные.
32. Общая идея Open MP. Директивы Open MP.
33. Описание параллельных областей. Параллельные секции и их вложенность.
34. Распределение работы. Программирование на низком уровне, выполнение операторов цикла, параллелизм независимых фрагментов.
35. Выполнение операторов цикла. Параллелизм независимых фрагментов.
36. Классы переменных. Критическая секция. Директивы flash, master, atomic.
37. Основные принципы. Распределение массивов.
38. Выравнивание массивов. Параллельное выполнение циклов
39. Отображение задач на вычислительную систему
40. Удаленные данные. Редукционные данные.
41. Пересеченные (across) данные

3.1.4.3. Соответствие индикаторов достижения компетенций и контрольно-измерительных материалов

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Тестирование. Примеры списков вопросов для устного экзамена.
2	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний,	Работа на практических занятиях. Домашние задания.

	методов математического анализа и моделирования	
3	ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Домашние задания. Примеры списков вопросов для устного экзамена.
4	ОПК-7.1. Знать технологии разработки алгоритмов и программ, пригодных для практического применения.	Работа на практических занятиях. Тестирование. Примеры списков вопросов для устного экзамена.
5	ОПК-7.2. Уметь разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.	Работа на практических занятиях. Домашние задания.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс, с многоядерными компьютерами, с установленными MPI и/или OPENMP. Microsoft Visual Studio. Linux.

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Биллиг, В. А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование : учебное пособие / В. А. Биллиг. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 310 с.
2. Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация: Учебное пособие / Ю. К. Демьянович [и др.]. - М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 343 с.: ил. - (Основы информационных технологий).

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Воеводин, Валентин Васильевич. Параллельные вычисления: учебное пособие / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2002-2004. - 599 с.
2. Prokopec A., Odersky M. Learning Concurrent Programming in Scala / Prokopec A. — Second edition. Birmingham, UK : Packt Publishing. 2017 — 522 p.
3. Э. Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ. — М.: ДМК Пресс, 2012. — 672с.
4. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб. пособие. — М.: Издательство Московского университета, 2012. — 344 с.

3.4.3 Перечень иных информационных источников

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

Раздел 4. Разработчики программы

Хлобыстова Анастасия Олеговна, старший преподаватель кафедры информатики, a.khlobystova@spbu.ru, aok@dscs.pro

Бушмелев Федор Витальевич, старший преподаватель кафедры информатики, fvb@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРАКТИКИ**

**Учебная практика (проектно-технологическая)
Educational Practice (Design and Technology)**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074311

Аннотация

Целью учебной практики (проектно-технологической) является приобретение у обучающегося навыков решения теоретических и прикладных задач, оформления и презентации полученных результатов. Обучающийся выбирает руководителя практики из числа научных сотрудников СПбГУ; совместно с руководителем практики ставит задачу научного или прикладного характера; изучает имеющуюся литературу по проблеме; решает поставленную задачу или делает обзор имеющихся результатов; излагает в письменном виде результаты исследования. Зачет по практике проводится в устной форме и состоит в презентации обучающимся результатов исследования по теме поставленной задачи.

Раздел 1. Характеристика практики**1.1. Цель и задачи практики**

Целью учебной практики (проектно-технологической) является закрепление и углубление теоретической подготовки обучающихся, приобретение им практических навыков и компетенций в сфере профессиональной деятельности, оформления и презентации полученных результатов.

1.2. Вид практики (вид практики должен соответствовать актуальному учебному плану, утверждённому в установленном в СПбГУ порядке)

- ☒ Учебная ☐ Производственная
☐ Научно-исследовательская практика ☐ Педагогическая
☐ Преддипломная

1.2.1. Тип практики (тип практики должен соответствовать образовательным стандартам)

___ проектно-технологическая (указать какая)

1.2.2. В рамках учебной практики по программам магистратуры проводится ознакомительное занятие в Ресурсном центре Научного парка СПбГУ

___ нет (указать в каком)

1.3. Способы проведения практики (способ проведения практики (при наличии) должен соответствовать образовательным стандартам)

___ стационарная (указать какой)

1.3.1. Дополнительные характеристики стационарной практики (отметить нужное)

☒ в СПбГУ:

- ☒ учебно-научное подразделение СПбГУ _Математико-механический факультет_
☐ административное подразделение СПбГУ (указать какое)
☒ Клиника СПбГУ IT-клиника (указать какая)
☐ Научная библиотека им. М. Горького
☒ Научный парк СПбГУ, Ресурсный центр Вычислительный центр (указать какой)
☐ Малое инновационное предприятие (указать какое)
☐ Издательство СПбГУ
☐ Приемная комиссия СПбГУ
☐ другое (указать какое)

☐ в организации, расположенной на территории Санкт-Петербурга (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)

☐ иные особенности: (указать, какие)

1.3.2. Дополнительные характеристики выездной практики (выбрать при наличии)

☐ особенности проведения, связанные с природными условиями: (указать, какие)

☐ экспедиция, выездная на учебно-научные базы, в профильной организации (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)

☐ иные особенности: (указать, какие)

1.4. Формы проведения практики (выбрать один вариант по согласованию с сотрудниками Управления образовательных программ в соответствии с календарным учебным графиком)

☐ Непрерывно (путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения всех видов практик)

☒ Дискретно с указанием дополнительных характеристик проведения практики (возможно сочетание дискретного проведения практик по их видам и по периодам их проведения)

1.4.1. Дополнительные характеристики формы проведения практики

☐ практика проводится в условиях, когда обучающиеся не имеют возможности посещать аудиторские занятия, т.к. находятся за пределами СПбГУ

☒ практика может проводиться параллельно с учебными занятиями

1.5. Требования подготовленности к прохождению практики

Дополнительных требований, кроме успешной предшествующей аттестации по НИР в рамках образовательной программы, не предъявляется. Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что магистрант:

- на протяжении обучения в магистратуре не меняет тематику исследований;
- эрудирован в области практических средств (технологий, программного обеспечения и т.д.) решения задач в выбранной области.

1.5.1. Особые условия допуска

1.5.2. Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

1.6. Перечень применяемых профессиональных стандартов в области профессиональной деятельности (дополняемый) и (или) перечень обобщенных трудовых функций, трудовых функций, умений, навыков по мнению потенциальных работодателей (обязательно для заполнения для производственного вида практики: см. <http://profstandart.rosmintrud.ru/>, перечень дополняется по мере утверждения профессиональных стандартов, при отсутствии утвержденных профессиональных стандартов учитывается мнение потенциальных работодателей)

Код 06.001 «Программист» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 424н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69720);

Код 06.015 «Специалист по информационным системам» (приказ Минтруда России от 13.07.2023 г. № 586н, зарегистрирован в Минюсте России 16.08.2023 г. № 74817);

Код 06.016 «Руководитель проектов в области информационных технологий» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 369н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73455);

Код 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 423н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69713);

Код 06.022 «Системный аналитик» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 367н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73453);

Код 06.042 «Специалист по большим данным» (приказ Минтруда России от 06.07.2020 г. № 405н, зарегистрирован в Минюсте России 05.08.2020 г. № 59174);

Код 06.046 «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа» (приказ Минтруда России от 09.07.2021 г. № 462н, зарегистрирован в Минюсте России 30.07.2021 г. № 64502).

1.7. Перечень профессиональных компетенций, формирующих практическую составляющую результатов освоения программы

1.7.1. Перечень общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп

1.7.2. Перечень профессиональных компетенций:

- ПКА-1-ИИ-УК-1 Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта

1.7.3. Перечень универсальных компетенций:

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
- УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
- УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

Для оценки достижения компетенций применяются индикаторы:

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции
	1	2	3
1	Универсальные	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

		поставленных задач	
2	Универсальны е	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
3	Универсальны е	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде
4	Универсальны е	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.
5	Универсальны е	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.
6	Универсальны е	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов
7	Универсальны е	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;
8	Универсальны е	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
9	Универсальны е	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
10	Общепрофесси ональные	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;

		профессиональной деятельности	
11	Общепрофессиональные	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций
12	Общепрофессиональные	ОПК-3 Способен анализировать профессиональную информацию для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора
13	Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен исследовать современные проблемы и методы информатики, искусственного интеллекта и развития информационного общества, цифровой экономики	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач
14	Общепрофессиональные	ОПК-6 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления системами искусственного интеллекта, в том числе универсального искусственного интеллекта	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности
15	Общепрофессиональные	ОПК-7 Способен применять при решении профессиональных задач методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы
15	Общепрофессиональные	ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.
16	Профессиональные	ПКА-1-ИИ-УК-1. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм	ПКА-1-ИИ-УК-1.1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности

		взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	ПКА-1-ИИ-УК-1.2. Использует технологии сбора, обработки, интерпретации, анализа и обмена информацией с учетом требований информационной безопасности
17	Профессиональные	ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знание рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
18	Профессиональные	ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей
19	Профессиональные	ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
20	Профессиональные	ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
21	Профессиональные	ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	ПКП-8-ИИР-ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения

1.8. Сопоставление профессиональных компетенций с содержанием профессиональных стандартов и (или) обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями, умениями, навыками по мнению потенциальных работодателей (в привязке к перечисленным профессиональным стандартам или мнению потенциальных работодателей)

Перечень компетенций	Обобщенные трудовые функции, трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом
ПКА-1-ИИ-УК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-1-ИИР-ОПК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-3-ИИР-ПК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-4-ИИР-ПК-2	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.017.B.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-5-ИИР-ПК-4	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-8-ИИР-ПК-7	06.015.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6

Раздел 2. Организация, структура и содержание практики

2.1. Организация практики: модель с кратким описанием

Виды и объемы учебной работы, объем и продолжительность практики, а также ее место в структуре образовательной программы указаны в актуальном учебном плане.

Учебный период и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

2.2. Структура и содержание практики

Для обучающихся учебная практика – это систематическая самостоятельная работа с учебной и научной литературой, знакомство и закрепление знаний и навыков работы с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и науки о данных.

- Во втором семестре преподаватель-руководитель практики:
 - проводит ознакомительное занятие, посвящённое общим рекомендациям, касающимся последовательности и продолжения работы над ВКР и оформления её текста;
 - рекомендует специализированную учебно-научную литературу и другие источники, на основе которых разрабатывается методология исследования;
 - проводит на регулярной основе консультации, на которых обучающиеся отчитываются о ходе своей работы;
 - оказывает методическую помощь по оформлению результатов практики (структура и разделы отчета);
 - консультирует обучающихся при подготовке итоговых презентаций и участвует в процедуре защиты практики.

Раздел 3. Обеспечение практики

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

☐ Текущий контроль успеваемости

Виды: демонстрация имеющихся результатов по личным проектам посредством устных докладов и отчётов обучающихся, проведение ретроспективного анализа достижений и проблем

Формы: устно-письменная

Промежуточная аттестация

☒ зачет ☐ экзамен

3.1.2. Методические материалы для обучающихся

3.1.2.1. Методические указания по прохождению практики

В рамках учебной практики предусмотрена самостоятельная работа под руководством руководителя практики, а также регулярные консультации обучающихся по их работе над проектом, которые проводятся преподавателями-руководителями практики.

Для ознакомления с новейшими достижениями мирового научного сообщества рекомендуется использовать отечественные и зарубежные реферативные и полнотекстовые базы данных, такие как ScienceDirect (реферативная и полнотекстовая база научных изданий), e-library (коллекция отечественных журналов) и др. Список баз данных, к которым открыт доступ с компьютеров, подключенных к сети СПбГУ, представлен на сайте библиотеки СПбГУ (library.spbu.ru).

Изучение литературы заканчивается составлением обзора, в котором обобщаются известные результаты и формулируются проблемы, представляющие интерес для дальнейшего изучения.

С целью взаимного обмена информацией о проводимых работах над проектом обучающиеся представляют результаты своей работы на научном семинаре, которым руководят преподаватели кафедры.

По окончании работы над проектом каждый обучающийся составляет текстовый отчет и готовит презентацию.

3.1.2.2. Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

- Консультативная работа в течение четвертого семестра
 - Бакалавры формулируют (если еще нет) темы будущих ВКР в контексте области своих научных интересов;
 - Конкретизация заданий, подлежащих выполнению в процессе прохождения технологической практики, определяется спецификой сформулированной темы.
- Взаимодействие с научным консультантом
 - Область интересов бакалавра может потребовать привлечения консультанта, в том числе не из сотрудников СПбГУ; если бакалавр не в состоянии предложить кандидатуру консультанта самостоятельно, ему в этом помогают научный руководитель и куратор практики.
- Подготовка отчёта

- Итоговый семестровый отчёт занимает до 10 страниц и содержит титульный лист, оглавление, введение, постановку задачи и краткий обзор, возможно — предварительные полученные результаты.
- Подготовка докладов
 - Промежуточный доклад делается в свободной форме и ставит своей целью научное общение магистрантов, руководителя практики и достижение чёткости в формулировке поставленных целей
 - Итоговый семестровый доклад занимает в пределах 7 минут (до 15 минут с ответами на вопросы); предполагается демонстрация слайдов на проекционном оборудовании.

3.1.2.3. Материалы для оценки обучающимися содержания и качества практики

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.1.3. Методические материалы для руководителей практики от СПбГУ и от профильных организаций

3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме ознакомления с документами, предоставленными обучающимся в качестве отчета, выступлением-защитой о промежуточных результатах работы и их последующей оценки комиссией. Она складывается из представления обучающимся итогового отчета, доклада по результатам практики, отзыва руководителя практики и отзыва консультанта, если таковой был назначен. Отзывы научного руководителя и консультанта (если таковой был назначен), а также внешней организации (если практика проходила во внешней организации) предоставляются координатору практики не позднее чем за один рабочий день до назначенной даты защиты, итоговый отчёт о прохождении практики – не позднее, чем за семь рабочих дней.

При промежуточной аттестации по учебной практике учитывается:

- отчет по учебной практике оформленный в соответствии с требованиями;
- отзывы научного руководителя и (если есть) консультанта;
- финальная презентация по проекту.

Защита отчета (финальная презентация) по учебной практике проводится на заседании комиссии, которая формируется в установленном порядке. Процедура защиты отчета в форме финальной презентации предусматривает выступление обучающегося с основными итогами проведенной работы, а также выводами и рекомендациями. Промежуточная аттестация проводится под руководством координатора практики. Доклад оформляется как устная презентация. В ходе доклада студент показывает, как практика помогла ему в достижении целей, указанных в ВКР, а также полученные в ходе её результаты. К докладу необходимо подготовить комплект слайдов, иллюстрирующих выступление. Форма доклада и слайдов свободная, рекомендуемая длительность – не более 7 минут. Куратору практики допускается обращаться напрямую к автору отзыва в порядке взаимодействия с внешними контрагентами, определённом в приказах и должностных инструкциях СПбГУ.

3.1.3.2. Методика и критерии оценивания

Итоговые полнота и качество материалов, а также работа в семестре оцениваются баллами.

1. Присутствие на назначенных очных встречах с руководителем практики — кол-во_посещённых_встреч / кол-во_назначенных_встреч * 20 баллов. Более 3-х обязательных встреч назначать не рекомендуется (но возможно для консультаций по согласованию с обучающимися), посещаемость сверх этого количества не оценивается.
2. Отзыв научного руководителя: без замечаний 30 баллов, с некритическими замечаниями 20 баллов, с критическими замечаниями 10 баллов, отрицательный отзыв — 0 баллов. При наличии консультанта и/или внешней организации, отзыв научного руководителя ссылается на их отзывы и также использует их мнение для аргументации своих оценок.
3. Итоговый письменный отчёт по учебной практике, соответствующий рекомендуемым требованиям и содержащий необходимую информацию о ходе практики и её результатах — от 0 до 25 баллов.
4. Доклад, проведённый в соответствии с критериями, изложенными в п. 3.1.3.1 — от 0 до 25 баллов.

При полном отсутствии результатов по любому из пунктов обучающийся получает в совокупности 0 баллов.

Оценка выставляется по количеству баллов:

Полнота и качество материалов и доклада, баллы	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
90-100	A	зачтено
80-89	B	
70-79	C	
61-69	D	
50-60	E	
менее 50	F	не зачтено

В случае проведения аттестации комиссией каждый из членов аттестационной комиссии оценивает материалы и доклад независимо от остальных и принимает решение о выставлении зачета самостоятельно. При возникновении спорных ситуаций допустимы прения и изменения членами комиссии своего первоначального мнения. Финальный балл вычисляется, как среднее арифметическое из баллов, выставленных членами комиссии.

3.1.3.3. Оценочные средства: контрольно-измерительные материалы и фонды оценочных средств

При оценке документов и устного доклада необходимо проверять их соответствие критериям и рекомендациям, изложенным в п. 3.1.2.2.

Оценка индикаторов достижения компетенции при помощи КИМ:

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
2	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
3	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
4	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
5	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.	Отчёт Доклад
5	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов	Отчёт
7	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;	Доклад
3	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
9	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;	Отчёт Доклад
10	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Отчёт

11	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора	Отчёт
12	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач	Доклад
13	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности	Отчёт
14	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
15	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
16	ПКА-1-ИИ-УК-1.1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
17	ПКА-1-ИИ-УК-1.2. Использует технологии сбора, обработки, интерпретации, анализа и обмена информацией с учетом требований информационной безопасности	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
18	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
19	ПКП-3-ИИР-ПК-1.3. Собирает исходную информацию и формирует требования к решению задач с использованием методов искусственного интеллекта	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
20	ПКП-4-ИИР-ПК-2.3. Проводит тестирование систем искусственного интеллекта	Отчёт
21	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
22	ПКП-5-ИИР-ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
23	ПКП-8-ИИР-ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения	Отчёт

3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике

1. Титульный лист.
2. Содержание отчета.

3. Введение.
4. Основные результаты практики.
5. Заключение (основные выводы и предложения).
6. Список использованных литературных источников и информационных материалов.
7. Перечень использованного оборудования, в том числе оборудования Научного парка СПбГУ.
8. Приложения (индивидуальное задание на производственную практику, календарный график выполнения работ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, отзыв представителя организации).

Рекомендуемые формы отзыва руководителя и титульного листа на следующих двух страницах.

Отзыв о прохождении Учебной практики (проектно-технологической)

Студент	Фамилия Имя Отчество
Дата	ДД месяц ГГГГ

Обучающийся ФИО в ходе прохождения Учебной практики (проектно-технологической) своевременно / качественно / несвоевременно / некачественно выполнил следующие задачи:

(перечисление задач)

В ходе работы обучающийся ФИО активно / неактивно взаимодействовал с научным руководителем, своевременно выполнял / не выполнял поставленные задачи, проявлял / не проявлял самостоятельность, оперативно устранял / не устранял вовремя выявленные замечания к работе.

Опционально:

Дополнительно прилагаю отзывы консультанта (положительный / с замечаниями / отрицательный), внешней организации (положительный / с замечаниями / отрицательный).

Рекомендую положительно аттестовать / не аттестовать обучающегося.

Руководитель учебной практики,
ученое звание
ученая степень

ФИО

/ подпись

/

Санкт-Петербургский государственный университет
Искусственный интеллект и наука о данных

Фамилия Имя Отчество

Тема практики

Отчёт о прохождении Учебной практики (проектно-технологической)

Научный руководитель:

Учёная степень, должность, И.О. Фамилия

Консультант:

Учёная степень, организация, должность, И.О. Фамилия

Санкт-Петербург
год

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению практик (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ)

Лица, допущенные к проведению практики	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Координатор практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Руководитель практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Научный руководитель/директор клиники	Высшее техническое
• Директор ресурсного центра Научного парка	Высшее техническое
Представители работодателей (ИС Партнер) (определяются актуальным оглашением/договором)	
• Руководитель практики	Высшее техническое
• Куратор	Высшее техническое
• Иные	Высшее техническое

3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ (уточняется в профильном управлении))

☐ да ☒ нет

(указать, какой персонал, если ответ «да»)

Учебно-вспомогательный и (или) иной персонал	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Тьютор	
• Специалист клиники	
• Специалист ресурсного центра Научного парка	
• Иные	

3.3. Материально-техническое обеспечение (указать перечень оборудования)

В компьютерных аудиториях необходимо наличие современных рабочих станций.

☐ отметить, если предусмотрено прохождение практики на модернизированном в течение последних пяти лет научном оборудовании с использованием актуального специализированного программного обеспечения и др. средств

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может быть задействовано оборудование РЦ ВЦ СПбГУ: Ферма виртуальных вычислителей на базе вычислительного комплекса HP — Вычислительный комплекс на базе 4 шасси HP BLc7000, 60 блейд-серверов HP BL460c G6(32),G7(28). В составе узла 2 (два процессора) Intel Xeon 5675,12 ядер, 96 GB оперативной памяти, 8 портов InfiniBand 4X QDR со скоростью 40 Гб/с, 8 портов virtual connect 10 Гбит/с ethernet.

Оборудование РЦ предполагается использовать в случае наличия необходимых для выполнения работы расходных материалов, исправности оборудования, наличия штатного специалиста и при текущей загрузке оборудования менее 70 %. Подробный план-график исследований в РЦ ВЦ, включающий виды и объем исследований, должен

согласовываться руководителем практики с директором ресурсного центра не менее чем за месяц до начала практики. Ограничить численность обучающихся при посещении РЦ.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может потребоваться доступ к любой реализации MPI версии 2, включая открытые, установленной на вычислителях РЦ ВЦ СПбГУ.

3.3.5 Перечень, объемы и характеристики требуемых расходных материалов Требования отсутствуют. При необходимости для прохождения практики расходные материалы обеспечиваются самими студентами в индивидуальном порядке.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

Не предусмотрен.

3.4.3 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Раздел 4. Разработчик (-и) программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Луцев Дмитрий Вадимович	к.ф.-м.н.	доцент	d.lutsiv@spbu.ru
Сартасов Станислав Юрьевич		старший преподаватель	stanislav.sartasov@spbu.ru
Литвинов Юрий Викторович	к.т.н.	старший преподаватель	y.litvinov@spbu.ru
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Модели и методологии разработки ПО
Software Development Models and Methodologies**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074315

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью дисциплины «Модели и методологии разработки программного обеспечения» является формирование у обучающихся знаний об основных принципах, этапах и технологиях организации процесса разработки, внедрения и сопровождения ПО, принятых в индустрии.

Задачи курса:

1. Ознакомление с основными моделями и методологиями разработки ПО.
2. Получение представления о методах и подходах в работе с требованиями к ПО.
3. Изучение основных подходов к проектированию ПО и использующихся при этом инструментах.
4. Освоение вариантов организации версионного контроля.
5. Изучение особенностей тестирования различного ПО.
6. Первичное ознакомление с практиками управления проектом

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа дисциплины в первую очередь предназначена для обучающихся 2-го курса бакалавриата (4 семестр) по направлению подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика», хотя может быть использована и на других курсах бакалавриата. Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся успешно освоил курсы по информатике и программированию, преподаваемые в рамках первых двух курсов данного направления подготовки.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-4 — Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	Знать: основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы Уметь: применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы	ОПК-4.1 Использует навыки составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы
ОПК-8 — Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла	Умеет: выполнять организационные мероприятия на всех стадиях жизненного цикла информационных систем. Знать: стандарты управления жизненным циклом информационных систем	ОПК-8.1 Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.
ПКП-2-ИИР-ОПК-2 — Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Знать: как решать задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла Уметь: решать задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.2. Решает задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Семинары – 10 ак.ч.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём актив-ных и интер-актив-ных форм учеб-ных занят-ий	Тр-уд-оём-к-ость
	лекц-ии	семина-ры	консульт-ации	практиче-ские заня-тия	лаборато-рные рабо-ты	контроль-ные рабо-ты	коллек-тивные	текущий кон-троль	промежу-точ-ная аттес-тация	итого-вая аттес-тация	под руко-водством преп-одавател-я	в при-сутствии пре-подавател-я	сам. раб. с испо-льзовани-ем мето-диче-ских мате-риалов	текущий кон-троль (сам. раб.)	промежу-точ-ная аттес-тация (сам. раб.)	итого-вая аттес-тация (сам. раб.)		
доля учеб-ных зан-ятий																		
количество																		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
с 4	30	14							2		8		80			10	10	4
	2-25	2-25							2-25		2-25		1-1			1-1		
	30	14							2		8		80			10	10	4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Сод модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
модуль 4			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Базовый курс

Основная траектория

Очная форма обучения

Период обучения: Семестр 4

Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Кол-во часов
Тема 1. Введение.	лекции	2
	семинары	1
	по методическим материалам	6
Тема 2. Жизненный цикл ПО.	лекции	4
	семинары	1
	по методическим материалам	10
Тема 3. Разработка требований.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	14
Тема 4. Анализ и проектирование архитектуры ПО.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	10
Тема 5. Реализация и внедрение.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	10
Тема 6: Тестирование.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	10
Тема 7. Основы управления проектом.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	10
Тема 8. Документация ПО.	лекции	4
	семинары	2
	по методическим материалам	10

Раздел 1: Введение

Программа и программный продукт. Определение и свойства программного обеспечения. Характеристики качественного программного обеспечения. Проблемы, которые стоят перед разработчиками ПО. Виды карьеры в сфере ИТ.

Раздел 2: Жизненный цикл ПО

Процесс разработки ПО. Жизненный цикл ПО. Модели процесса разработки ПО (каскадная, V-образная, инкрементная, итерационная, спиральная, разработка через тестирование). Методологии разработки ПО, Agile-манифест, экстремальное программирование, DSDM, Scrum, FDD.

Раздел 3: Разработка требований

Что такое требования. Виды требований. Документирование требований. Формирование и анализ требований. Управление требованиями. Формальные спецификации ПО.

Раздел 4: Анализ и проектирование архитектуры ПО

Определение архитектуры ПО. Понятие качества архитектуры ПО. Модульная декомпозиция. Типы архитектур и их модели. Подходы к проектированию ПО. Обзор UML.

Раздел 5: Реализация и внедрение

Системы контроля версий. Варианты организации версионного контроля. Управление сборками. Сценарии сборки, обзор современных инструментов сборки. Управление версиями продукта. Continuous Integration, Continuous Delivery. Сопровождение и поддержка ПО.

Раздел 6: Тестирование

Определение тестирования. Парадигмы тестирования. Виды тестирования: функциональное, системное, модульное, интеграционное, стрессовое, нагрузочное. Тестирование дефектов, тестирование сборки, тестирование объектно-ориентированных систем. Инструментальные средства тестирования. Особенности тестирования различного ПО. Автоматизация тестирования.

Раздел 7: Основы управления проектом

Что такое управление проектом. Основные составляющие управления проектом, схема процесса управления проектом. Декомпозиция проекта. Оценка стоимости программного продукта. Управление персоналом, командная разработка. Управление рисками. Управление качеством. Основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта.

Раздел 8: Документация ПО.

Виды документации. Проблемы при разработке документации. Организация разработки документации. Обзор практик написания комментариев для разных языков программирования.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися создается команда в MS Teams. В группе размещаются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

Основными видами занятий при изучении дисциплины «Модели и методологии разработки ПО» являются лекции и семинары. Методические материалы включают в себя следующие типы материалов: научные и научно-популярные издания, учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Оценка складывается из следующих компонентов:

1. Выполнение проекта: оценивается от 0 до 100 баллов;
2. Зачёт в устной форме: оценивается от 0 до 100 баллов.

Результаты усредняются.

Проект.

Обучающиеся должны выполнить проектное задание в группах от 2-х до 4-х человек. Тема проекта связана с искусственным интеллектом и выдаётся преподавателем, обучающимся необходимо выполнить задания по теме. Сдача проекта преподавателю должна быть выполнена не позднее установленной даты. Рекомендуемый крайний срок для даты сдачи проекта – 2 недели, предшествующие дате проведения зачета.

Зачёт в устной форме.

Зачёт проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов, на подготовку ответа на которые даётся не менее одного академического часа. При подготовке к ответу на основной вопрос допускается использование литературы и сети Интернет. После ответа на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на зачёт. При подготовке к ответу на дополнительные вопросы использование любых материалов не допускается. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего зачёт. Максимальный балл за ответ на каждый из трех вопросов билета и на дополнительные вопросы – 100 баллов. Результаты усредняются.

Перевод баллов в оценку (набранные баллы округляются до десятых):

Итоговая оценка рассчитывается из суммы всех полученных баллов согласно таблице:

Итоговый процент выполнения, %	Оценка СПбГУ при проведении зачёта	Оценка ECTS
90-100	зачтено	A
80-89	зачтено	B
70-79	зачтено	C
61-69	зачтено	D
50-60	зачтено	E
менее 50	не зачтено	F

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
1	ОПК-4.1 — Использует навыки	Контрольно-измерительные материалы

	составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы	проекта
2	ОПК-8.1 — Знает основные технологии создания и внедрения информационных систем, стандарты управления жизненным циклом информационной системы.	Контрольно-измерительные материалы устного зачета
3	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.2. Решает задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Контрольно-измерительные материалы проекта

3.1.4.1 Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-4 — Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
 - ✓ Формируется дисциплиной.
 - Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется при ответах на вопросы экзамена, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.1 Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-8 — Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2 — Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется при ответах на вопросы зачёта, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2 Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка вопросов, выносимых на зачет:

- Программа и программный продукт. Определение и свойства программного обеспечения.
- Характеристики качественного программного обеспечения. Проблемы, которые стоят перед разработчиками ПО.
- Виды карьеры в сфере ИТ.
- Процесс разработки ПО. Жизненный цикл ПО.
- Модели процесса разработки ПО (каскадная, V-образная, инкрементная, итерационная, спиральная, разработка через тестирование).
- Методологии разработки ПО, Agile-манифест, экстремальное программирование, DSDM.
- Методологии разработки ПО, Agile-манифест, scrum, FDD.
- Разработка требований. Что такое требования. Виды требований. Документирование требований.
- Формирование и анализ требований. Управление требованиями.
- Формальные спецификации ПО.
- Определение архитектуры ПО. Понятие качества архитектуры ПО. Модульная декомпозиция.
- Типы архитектур и их модели. Подходы к проектированию ПО.
- Обзор UML.
- Системы контроля версий. Варианты организации версионного контроля.
- Управление сборками. Сценарии сборки, обзор современных инструментов сборки.
- Управление версиями продукта.
- Continuous Integration, Continuous Delivery.
- Определение тестирования. Парадигмы тестирования. Виды тестирования: функциональное, системное, модульное, интеграционное, стрессовое, нагрузочное.

19. Тестирование дефектов, тестирование сборки, тестирование объектно-ориентированных систем.
20. Инструментальные средства тестирования. Особенности тестирования различного ПО.
21. Автоматизация тестирования.
22. Основы управления проектом. Что такое управление проектом. Основные составляющие управления проектом, схема процесса управления проектом.
23. Декомпозиция проекта. Оценка стоимости программного продукта.
24. Управление персоналом, командная разработка.
25. Управление рисками. Управление качеством.
26. Основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта.
27. Документация ПО. Виды документации. Проблемы при разработке документации.
28. Организация разработки документации. Обзор практик написания комментариев для разных языков программирования.

Примерный список заданий, которые необходимо сделать в рамках проекта:

1. Выбор проекта
3. План управления проектом
4. Структурная декомпозиция работ
5. Оценка проекта (объем, трудоемкость, план-график, стоимость)

Примеры тестовых вопросов:

1. Что не относится к моделям разработки ПО:
 - Водопадная.
 - Инкрементальная.
 - V-образная.
 - ✓ Устойчивая.
2. Что не соответствует основным принципам Agile:
 - Над проектом должны работать мотивированные профессионалы.
 - Работающий продукт следует выпускать как можно чаще, с периодичностью от пары недель до пары месяцев.
 - Простота — искусство минимизации лишней работы — крайне необходима.
 - ✓ Самые лучшие требования, архитектурные и технические решения рождаются у команд, которые имеют проектного менеджера.
3. Что такое FDD:
 - ✓ Feature driven development.
 - False depressive disorder.
 - Furious disk drive.
 - Finance driven development.
4. Что такое JavaDoc:
 - ✓ Генератор документации в HTML-формате из комментариев исходного кода на Java.
 - Набор макрорасширений (или макропакет) системы компьютерной вёрстки.
 - Мультипарадигменный язык программирования.
 - Двухуровневая модель разработки документации.
5. Какой диаграммы UML не существует?
 - Диаграмма классов.
 - Диаграмма компонентов.
 - Диаграмма композитной/составной структуры.
 - ✓ Диаграмма модулей.
6. Что первично: Agile или Scrum?
 - ✓ Agile.
 - Scrum.
 - Ничего из этого.
7. Что относится к типам архитектур ПО:
 - Многоуровневая архитектура.
 - Событийно-ориентированная архитектура.
 - Микроядерная архитектура.
 - ✓ Всё вышеперечисленное.

8. В чем заключается основное различие между Git и SVN?

- ✓ SVN – централизованная система контроля версий, Git – децентрализованная.
- При ветвлении Git копирует все содержимое ветки, SVN – создает указатели.
- SVN – децентрализованная система контроля версий, Git – централизованная.
- Они идентичны.

9. Что относится к видам тестирования?

- Функциональное.
- Системное.
- Модульное.

✓ Всё вышеперечисленное.

10. Что не относится к требованиям?

- Бизнес-требования
- Пользовательские требования
- Функциональные требования

✓ Всё перечисленное относится к требованиям

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специальных требований нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Специальных требований нет.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Специальных требований нет.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Управление проектами : учебник / под ред. Н.М. Филимоновой, Н.В. Моргуновой, Н.В. Родионовой. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 349 с. Doi: 10.12737/textbook_5a2a2b6fa850b2.17424197. — ISBN 978-5-16-013197-9. — ЭР по подписке СПбГУ
2. Попов, Ю. И. Управление проектами : учебное пособие / Ю. И. Попов, О. В. Яковенко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-16-002337-3. — ЭР по подписке СПбГУ
3. Measey P. Agile Foundations : Principles, Practices and Frameworks. — London: BCS, The Chartered Institute for IT, 2015. — 179 p. — ЭР по подписке СПбГУ
4. D'Andrade B. Software Engineering: Artificial Intelligence, Compliance, and Security. — Nova, 2020. — 249 p. — ЭР по подписке СПбГУ
5. Mohapatra P.K. Software Engineering : A Lifecycle Approach. — New Age International, 2010. — 478 p. — ЭР по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Абрамов Максим Викторович, кандидат технических наук, доцент Кафедры информатики, m.abramov@spbu.ru, mva@dscs.pro

Корепанова Анастасия Андреевна, старший преподаватель Кафедры информатики, a.korepanova@spbu.ru, aak@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Прикладные задачи теории вероятностей
Applied Problems of Probability Theory

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074318

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целями освоения дисциплины является - вооружить бакалавра математическими знаниями, необходимыми для изучения ряда общенаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла. Задачами освоения дисциплины являются: создать фундамент математического образования, необходимый для получения профессиональных компетенций бакалавра, воспитать математическую культуру и понимание роли математики в различных сферах профессиональной деятельности.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках бакалаврской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.

УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (20 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 5	36	8		8					2				80		10		20	4
	1-25	1-25		1-25					1-25				1-1		1-1			
О	36	8		8					2				80		10			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ТЕОРИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	лекции	12
		семинары	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	20
II.	КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ	лекции	12
		семинары	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	30
III.	ВЕРОЯТНОСТНОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	лекции	12
		семинары	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	30
IV.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов, на подготовку ответа на которые даётся не менее одного академического часа (при подготовке можно пользоваться литературой). После ответа на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на зачет. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего зачет.

Обучающемуся задаётся два вопроса по билету и от одного до трёх дополнительных вопросов. Каждый ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к зачету.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы, вопросы с развернутым ответом)
2	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы, вопросы с развернутым ответом)
3	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы, вопросы с развернутым ответом)
4	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Контрольно-измерительные материалы зачета (вопросы с развернутым ответом)

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов.

1. Что называется перестановками?
2. Каковы формулы вычисления числа перестановок без повторений и с повторениями?
3. Что называется сочетаниями?
4. Каковы формулы вычисления числа сочетаний без повторений и с повторениями?
5. Что называется размещениями?
6. Каковы формулы вычисления числа размещений без повторений и с повторениями?
7. Какое событие называется случайным, достоверным и невозможным?
8. Как определяются сумма и произведение событий, противоположное событие?
9. Как определяется относительная частота события и в чем ее отличие от вероятности?
10. Сформулировать классическое определение вероятности.
11. Сформулировать аксиоматическое определение вероятности.
12. В чем заключается совместность и несовместность событий?

13. Записать формулу для вычисления суммы вероятностей противоположных событий.
14. Записать формулу для вычисления вероятности суммы двух событий, если они несовместны, совместны.
15. В чем заключается зависимость и независимость событий, и как определяется условная зависимость?
16. Записать формулу для вычисления вероятности произведения событий, если они независимы, зависимы.
17. Записать формулу полной вероятности и Байеса.
18. Записать формулу Бернулли, и при каких условиях справедлива эта формула.
19. При каких условиях используют формулу Пуассона?
20. При каких условиях используют локальную формулу Муавра-Лапласа?
21. Что называется потоком событий?
22. Что называется интенсивностью потока?
23. В чем заключается свойство стационарности потока?
24. В чем заключается свойство ординарности потока?
25. Какой поток событий называется простейшим (Пуассоновским)?

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. Сколько различных дробей можно составить из чисел 3, 5, 7, 11, 13, 17 так, чтобы в каждую дробь входили 2 различных числа?
 - 1) 15
 - 2) 720
 - 3) 120
 - 4) 30.
2. Испытание — «бросают две монеты». Событие — «на одной из монет выпадет герб». Число всех элементарных, равновозможных, единственно возможных, несовместных исходов равно:
 - 1) одно
 - 2) два
 - 3) три
 - 4) четыре.
3. Сумма частот признака равна:
 - 1) объему выборки n
 - 2) среднему арифметическому значений признака
 - 3) нулю
 - 4) единице.
4. В первом ящике находятся шары с номерами от 1 до 5, а во втором — с номерами от 6 до 10. Из каждого ящика вынули по одному шару. Тогда вероятность того, что сумма номеров вынутых шаров не более 10, равна (с точностью до 0,001) — 0,4.
5. На склад поступают детали с двух заводов. Первый завод дает 80% стандартных деталей, второй — 60%. Наудачу взяли по одной детали каждого завода. Вероятность того, что среди взятых деталей только одна стандартная, равна (с точностью до 0,001) 0,92.
6. На строительство объекта поставляются кирпичи, изготовленные двумя заводами. Производительность второго завода выше производительности первого на 20%. Вероятность того, что кирпич, изготовленный на первом заводе высокого качества равна 0,9; для второго завода эта вероятность равна 0,85. Вероятность того, что наудачу взятый кирпич высокого качества, равна (с точностью до 0,001)
 - 1) 0,36
 - 2) 0,51
 - 3) 0,41

4) 0,87.

7. Студент одинаково плохо подготовился к каждому из трёх экзаменов. Вероятность того, что он сдаст хотя бы один из них, равна 0,578125. Вероятность того, что он сдаст все экзамены, равна (с точностью до 0,001) 0,015625.

8. Если линейный коэффициент корреляции равен единице, то связь между признаками

- 1) функциональная
- 2) распылчатая статистическая
- 3) отсутствует
- 4) неполная

9. Если закон распределения одной из случайных величин меняется от того, какие значения принимает другая, такие величины называются

- 1) зависимыми
- 2) совместными
- 3) независимыми
- 4) несовместными.

10. Функция распределения может принимать значения

- 1) [0; 1]
- 2) (0; 1)
- 3) [-1; 1]

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Не требуется.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Павлов, С. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / С.В. Павлов. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 186 с. — (ВО: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00679-5.
2. Палий, И. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / И.А. Палий. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 426 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1859126. - ISBN 978-5-16-017505-8.

3. Библиографическая ссылка: Коган, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5cde54d3671a96.35212605. - ISBN 978-5-16-014235-7.
4. Палий, И. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / И.А. Палий. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 334 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1065828. - ISBN 978-5-16-015892-1.
5. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Л. Г. Бирюкова, Г. И. Бобрик, Р. В. Сагитов [и др.] ; под ред. В. И. Матвеева. — 2-е изд, испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 289 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011793-5.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	кандидат технических наук	доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория игр
Game Theory

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074321

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Теория игр — раздел математической микроэкономики, изучающий стратегические взаимодействия агентов в ситуациях конфликтов и возможных коопераций. Курс посвящён формированию у студентов представлений о равновесии по Нэшу и его возможных уточнениях (в том числе коррелированных равновесий), доказательствам существования равновесий при тех или иных ограничениях, поиску оптимальных стратегий в ряде игр, включающих байесовские игры.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Не требуется.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики,	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности		

1.4. *Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий*

Интерактивная форма учебных занятий (20 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 5	36	8		8					2				80		10		20	4
	1-25	1-25		1-25					1-25				1-1		1-1			
О	36	8		8					2				80		10			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			зачёт, по результатам работы обучающегося в течение семестра	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Равновесия	лекции	12
		семинары	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	20
II.	Рафинирование равновесий	лекции	12
		семинары	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	30
III.	Асимметрия и информация	лекции	12
		семинары	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	30
IV.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Зачет ставится по результатам работы обучающегося в течение семестра. Оценка «зачтено» выставляется при условии посещения обучающимся семинаров с участием в дискуссиях, а также по выступлению на семинаре с подготовленным в соответствии с программой сообщением по заданной теме. Если сообщение на семинаре не было сделано по причине отсутствия на занятии, то сообщение должно быть представлено в письменном виде. Такое представление сообщения сопровождается собеседованием с преподавателем, в ходе которого обучающийся должен дать ответы на несколько вопросов по теме сообщения.

Доклад оценивается по шкале от 0 (нет доклада) до 100 (доклад, полностью раскрывающий тему, грамотно и интересно поданный, сопровождаемый качественными иллюстративными материалами и не имеющий заметных недостатков).

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к зачету.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)

	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Письменная работа промежуточной аттестации.
2	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования	Работа на занятиях в течение семестра. Выступление с докладом. Письменная работа промежуточной аттестации.
3	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Работа на занятиях в течение семестра. Выступление с докладом. Письменная работа промежуточной аттестации.
4	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Выступление с докладом.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примеры тем для докладов:

- 1 Дизайн экономических механизмов
- 2 Механизм Викри-Кларка-Гровса
- 3 Теорема о эквивалентного любого механизма “честному” механизму
- 4 Теорема Майерсона о эквивалентности механизмов для аукциона
- 5 Теорема Робертса
- 6 Комбинаторные аукционы
- 7 Аукционы с резервной ценой
- 8 Байесовское убеждение
- 9 Теория контрактов
- 10 Модель Эрроу-Дебрё
- 11 Справедливое деление благ
- 12 Алгоритмы деления пирога

13 Теорема Эрроу о диктаторе и теорема о медианном избирателе

14 Рынки паросочетаний

15 Алгоритм Гэйла-Шэпли

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. При каких значениях α критерий Гурвица обращается в критерий Вальда?

а) >0 .

б) $=1$.

в) <0 .

2. В чем отличие критерия Сэвиджа от остальных изученных критериев принятия решения:

а) Он минимизируется.

б) Он максимизируется.

в) Он не всегда дает однозначный ответ.

3. Антагонистическая игра может быть задана:

а) множеством стратегий обоих игроков и седловой точкой.

б) множеством стратегий обоих игроков и функцией выигрыша первого игрока.

4. Матричная игра – это частный случай антагонистической игры, при котором обязательно выполняется одно из требований:

а) один из игроков имеет бесконечное число стратегий.

б) оба игрока имеют бесконечно много стратегий.

в) оба игрока имеют одно и то же число стратегий.

г) оба игрока имеют **конечное число стратегий**.

5. Пусть матричная игра задана матрицей, в которой все элементы положительны. Цена игры положительна:

а) да.

б) нет.

в) нет однозначного ответа.

6. Цена игры всегда меньше верхней цены игры, если обе цены существуют:

а) да.

б) **нет**.

в) вопрос некорректен.

7. Оптимальная смешанная стратегия для матричной игры меньше любой другой стратегии.

а) да.

б) нет.

в) **вопрос некорректен**.

г) нет однозначного ответа.

8. Цена игры существует для матричных игр в смешанных стратегиях всегда.

а) да.

б) нет.

9. Каких стратегий в матричной игре размерности, отличной от 1^* , больше:

а) чистых.

б) **смешанных**.

в) поровну и тех, и тех.

10. Если в матрице все столбцы одинаковы и имеют вид $(4\ 5\ 0\ 1)$, то какая стратегия оптимальна для 2-го игрока? а) первая.

б) **вторая**.

в) любая из четырех.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Данилов В.И. Лекции по теории игр, /КЛ/2002/001 М.: Российская экономическая школа, 2002
2. Myerson, Roger B. Game theory. Harvard university press, 2013.
3. David M. Kreps A Course in Microeconomic Theory, Princeton University Press, 1990
4. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики, Москва

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация

Абрамов Максим Викторович	кандидат технических наук	доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вероятностные алгоритмы и их анализ
Probabilistic Algorithms and Their Analysis**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 074323

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Обучение слушателей методам анализа вероятностных алгоритмов; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к восприятию других математических и специальных дисциплин, формирования соответствующих компетенций. Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение основных разделов Теории вероятностей и математической статистики; развитие навыков самостоятельного решения практических задач; обеспечение базы для усвоения приближенных методов вычислений и соответствующих компьютерных программ.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (прerreквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми знаниями математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности		

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (20 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 5	36	8		8				2					80		10		20	4
	1-25	1-25		1-25				1-25					1-1		1-1			
О	36	8		8				2					80		10			4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВЕРОЯТНОСТНАЯ ПРОВЕРКА ТОЖДЕСТВ	лекции	18
		семинары	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	40
II.	ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МЕТОДЫ В ПЕРЕЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ	лекции	18
		семинары	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	40
III.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в устной форме. Билет состоит из одного теоретического вопроса и задачи. На подготовку ответа на даётся не менее одного академического часа (при подготовке можно пользоваться литературой). После ответа на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на зачет. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего зачет.

Обучающемуся задаётся два вопроса по билету и от одного до трёх дополнительных вопросов. Каждый ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к зачету.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы и задачи)
2	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы с развернутым ответом)
3	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы)
4	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Контрольно-измерительные материалы зачета (тестовые вопросы и задачи)

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример задачи:

1. Имеется $n \times n$ матрица A , элементами которой являются линейные функции $f_{ij}(x) = a_{ij}x + b_{ij}$. Придумайте алгоритм Монте-Карло с односторонней ошибкой для проверки этой матрицы на вырожденность ($\det A \neq 0$).

Примерный список вопросов.

1. Аксиоматика Колмогорова.
2. Условная вероятность. Независимые события.
3. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
4. Схема Бернулли. Закон Пуассона.
5. Случайные величины. Функция распределения.
6. Типы распределений случайных величин.
7. Случайные величины с дискретным распределением.
8. Случайные величины с непрерывным распределением.
9. Математическое ожидание и его свойства.

10. Дисперсия и ее свойства.
11. Неравенства Маркова и Чебышева.
12. Неравенство Йенсена. Неравенство Ляпунова.
13. Случайные векторы.
14. Ковариация и корреляция.
15. Гауссовские векторы.
16. Условное математическое ожидание и его свойства.
17. Различные виды сходимости случайных величин.
18. Слабая сходимость распределений.
19. Характеристические и производящие функции.
20. Закон больших чисел.
21. Центральная предельная теорема.
22. Скорость сходимости в центральной предельной теореме.
23. Оценивание параметров. Точечное оценивание. Свойства оценок.
24. Выборочные моменты и их свойства.
25. Выборки из гауссовского распределения.
26. Вариационный ряд. Порядковые статистики.
27. Оценки максимального правдоподобия. Метод моментов.
28. Интервальное оценивание.
29. Информация по Фишеру.
30. Неравенство Крамера-Рао.
31. Состоятельность оценок максимального правдоподобия.
32. Асимптотическая нормальность оценок максимального правдоподобия.
33. Интервальное оценивание. Интервальные оценки среднего и дисперсии.
34. Проверка гипотез. Критерии. Ошибки первого и второго рода.
35. Лемма Неймана-Пирсона.
36. Проблема Беренса-Фишера.
37. Критерии основанные на монотонном отношении правдоподобия.
38. Критерий χ^2 .
39. Критерий χ^2 для проверки независимости и однородности.
40. Критерии Колмогорова и Колмогорова-Смирнова.
41. Однофакторный дисперсионный анализ.
42. Двухфакторный дисперсионный анализ.
43. Регрессионный анализ. Регрессионные модели. Оценка параметров регрессионной модели

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

Вопрос 1. Какое из утверждений относительно генеральной и выборочной совокупностей является верным?

- A. выборочная совокупность – часть генеральной
- B. генеральная совокупность – часть выборочной
- C. выборочная и генеральная совокупности равны по численности
- D. правильный ответ отсутствует

Вопрос 2. Сумма частот признака равна:

- A. объему выборки n
- B. среднему арифметическому значений признака
- C. нулю
- D. единице

Вопрос 3. Ломаная, отрезки которой соединяют точки с координатами $(x_i, n_i)(x_i, n_i)$, где x_i – значение вариационного ряда, n_i – частота, – это:

- A. гистограмма
- B. эмпирическая функция распределения
- C. полигон
- D. кумулята

Вопрос 4. Какие из следующих утверждений являются верными?

- A. выборочное среднее является интервальной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия – интервальной оценкой дисперсии $D(X)$
- B. выборочное среднее является точечной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия

- интервальной оценкой дисперсии $D(X)$

С. выборочное среднее является точечной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия - точечной оценкой дисперсии $D(X)$

Д. выборочное среднее является интервальной оценкой математического ожидания $M(X)$, а выборочная дисперсия - точечной оценкой дисперсии $D(X)$

Вопрос 5. Уточненная выборочная дисперсия S^2 случайной величины X обладает следующими свойствами:

А. является смещенной оценкой дисперсии случайной величины

В. является несмещенной оценкой дисперсии случайной величины X

С. является смещенной оценкой среднеквадратического отклонения случайной величины X

Д. является несмещенной оценкой среднеквадратического отклонения случайной величины X

Вопрос 6. По выборке объема $n=10$ получена выборочная дисперсия $D^*=90$. Тогда уточненная выборочная дисперсия S^2 равна

А. 100

В. 80

С. 90

Д. 81

Вопрос 7. Оценка a^* параметра a называется несмещенной, если:

• **А.** она не зависит от объема испытаний

• **В.** она приближается к оцениваемому параметру при увеличении объема испытаний

• **С.** выполняется условие $M(a^*)=a$

• **Д.** она имеет наименьшую возможную дисперсию

Вопрос 8. При увеличении объема выборки n и одном и том же уровне значимости α , ширина доверительного интервала

• **А.** может как уменьшиться, так и увеличиться

• **В.** уменьшается

• **С.** не изменяется

• **Д.** увеличивается

Вопрос 9. Может ли неизвестная дисперсия случайной величины выйти за границы, установленные при построении ее доверительного интервала с доверительной вероятностью γ ?

• **А.** может с вероятностью $1-\gamma$

• **В.** может с вероятностью γ

• **С.** может только в том случае, если исследователь ошибся в расчетах

• **Д.** не может

Вопрос 10. Статистической гипотезой называют:

• **А.** предположение относительно статистического критерия

• **В.** предположение относительно параметров или вида закона распределения генеральной совокупности

• **С.** предположение относительно объема генеральной совокупности

• **Д.** предположение относительно объема выборочной совокупности

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Не требуется.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Павлов, С. В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / С.В. Павлов. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. — 186 с. — (ВО: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00679-5.
2. Палий, И. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / И.А. Палий. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 426 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1859126. - ISBN 978-5-16-017505-8.
3. Библиографическая ссылка: Коган, Е. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / Е.А. Коган, А.А. Юрченко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 250 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5cde54d3671a96.35212605. - ISBN 978-5-16-014235-7.
4. Палий, И. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / И.А. Палий. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 334 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1065828. - ISBN 978-5-16-015892-1.
5. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Л. Г. Бирюкова, Г. И. Бобрик, Р. В. Сагитов [и др.] ; под ред. В. И. Матвеева. — 2-е изд, испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 289 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011793-5.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	кандидат технических наук	доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Анализ естественного языка
Natural Language Processing**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074326

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

В данном курсе рассматриваются современные подходы к обработке и генерации последовательностей, таких как текст на естественном языке и программный код. В рамках этого курса Вы научитесь применять современные подходы к решению задач в области компьютерной лингвистики и автоматической разработке программного обеспечения, приобретете навыки интерпретации результатов работы базовых алгоритмов автоматической обработки текста.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: классы решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта; основные параметры идентификации задач искусственного интеллекта: назначение, сфера применения, виды используемых знаний, временные аспекты решения задач Уметь: определять принадлежность проблемной области к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей

	идентификации задач систем искусственного интеллекта	
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops Уметь: сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Уметь: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)			промежуточная аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
Форма обучения: очная																	
стр 6	16		2	16					2				44		28	10	3
	1-25		1-25	1-25					1-25				1-1		1-1		
О	16		2	16					2				44		28		3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТА	лекции	8
		практические занятия	8
		по методическим материалам	22
II.	АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕКСТА	лекции	8
		практические занятия	8
		по методическим материалам	22
III.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	28
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты экзамена.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ. Вопросы устного экзамена.
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Вопросы устного экзамена.
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Вопросы устного экзамена.
6	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ. Вопросы устного экзамена.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример практической работы:

Вам предстоит решить задачу предсказания частей речи для текстов на русском языке, записанных транслитом и оценивать, насколько хорошо вы справились, с помощью платформы www.kaggle.com. На сайт выложена обучающая выборка с разметкой частей речи и контрольная без разметки. Ваша задача – обучившись на первой, восстановить разметку для второй. На части второго множества будет вычислена метрика качества, и по

ней результат будет виден на т.н. Public Leaderboard. По оставшейся части контрольной выборки будут подводиться окончательные итоги – т. н. Private Leaderboard, и до самого конца она будет скрыта от всех.

Всего доступно 5 отправок решений в день, ограничение по времени -- одна неделя. Для итоговой оценки можно выбрать только одно решение.

Нет ограничений по используемым программным средствам. Пользоваться исходным набором данных (на основе которого были построены train/test/dev для соревнования) -- нельзя. Также не будет принят код, восстанавливающий русские слова. Нельзя пользоваться готовыми решениями. Использование кода решения других слушателей курса также запрещено и наказывается обнулением баллов за задание.

Требуется превзойти известную оценку качества базовых алгоритмов, подготовить код, снабжённый необходимыми комментариями и удовлетворяющий PEP8, в срок, предоставить принимающему лабораторные работы, затем изложить в устной форме на практическом занятии предлагаемое решение и обосновать его. Принимающий вправе снизить балл (не более 20% оценки) за плохое качество программного кода.

Список оценок (см. таблицу с результатами участников):

kekeke^^ -- 10 баллов

cheeki breeki -- 8 баллов

zerg rush -- 6 баллов

must construct additional pylons -- 4 баллов

allou -- 2 балла

that doesn't count -- 1 балл

Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Закон Ципфа и связанные с ним особенности обработки ЕЯ. Обработка языка в информационном поиске: лемматизация, стемминг, булевский поиск, устройство инвертированных индексов, выполнение булевских запросов на них, скуп-листы.
2. Обработка языка в информационном поиске: vector space model, косинусное расстояние, TF-IDF, его вероятностное обоснование. Распространённые способы представления текстов для задач машинного обучения.
3. Расстояния между строками и алгоритмы их вычисления: расстояние Хэмминга, расстояние Джаро-Винклера, расстояние Левенштейна, наименьшая общая подпоследовательность, расстояние Жаккара для символьных N-грам. Индексы для поиска опечаток в словах.
4. Редакторские расстояния (только определения). Регулярные выражения: основные конструкции, рекомендации к использованию.
5. Цепи Маркова. Эргодическая теорема. PageRank и цепи Маркова. Прямые применения в анализе текстов.
6. Элементы теории информации: собственная информация, бит, взаимная поточечная информация, дивергенция Кулльбака-Ляйблера, энтропия Шеннона, её трактовки. Кросс-энтропия. Пример применения: извлечение коллокаций.
7. Языковое моделирование. N-граммные модели. Перплексия. Необходимость сглаживания. Лапласовское сглаживание. Интерполяция и backoff. Идеи, на которых основано сглаживание Кнезера-Нея.
8. Векторная семантика: term-document matrices, term-context matrices, HAL: SVD, LSA, NMF. Способы оценки качества моделей векторной семантики.
9. Векторная семантика: что такое word2vec (принципы устройства алгоритма SGNS и связь с матричным разложением), word2vec как нейронная сеть. Способы оценки качества моделей векторной семантики.
10. Кластеризация: виды алгоритмов кластеризации. KMeans, агломеративная и дивизивная кластеризация (+способы оценки расстояний между кластерами), DBSCAN. Ограничения и области применимости всех алгоритмов. Способы оценки кластеризации, недостатки каждого.
11. Поиск дубликатов: постановка задачи, описание алгоритма MinHash. «Генерация перестановок» на практике.
12. Тематическое моделирование. LSA, pLSA, LDA, ARTM. Достоинства и недостатки каждого из методов. Оценка качества тематического моделирования (перплексия, когерентность и способы с привлечением экспертов).
13. Классификация. Способы оценки качества бинарной классификации. Метрические методы классификации. Логические методы классификации. Линейные методы классификации.
14. Оценка качества моделей машинного обучения (зачем делить набор данных на три части). Классификация. Способы оценки качества многоклассовой классификации. Наивный байесовский классификатор. Ансамбли моделей машинного обучения.

15. Разметка последовательностей. Частеречная разметка. Выделение именованных сущностей. Скрытые марковские модели. Оценка вероятности последовательности состояний. Оценка вероятности последовательности наблюдений. Оценка качества разметки последовательностей.
16. Разметка последовательностей. Частеречная разметка. Выделение именованных сущностей. Скрытые марковские модели. Восстановление наиболее вероятной последовательности состояний. Оценка качества разметки последовательностей.
17. Компьютерный синтаксис. Подходы к описанию синтаксиса. Грамматика непосредственных составляющих: принцип устройства. Формальная грамматика. Нормальная форма Хомского. Алгоритм Кока-Янгера-Касами. Оценка сложности. Оценка качества разбора.
18. Компьютерный синтаксис. Подходы к описанию синтаксиса. Грамматика непосредственных составляющих: принцип устройства. Вероятностная контекстно-свободная грамматика. Алгоритм Кока-Янгера-Касами для PCFG. Оценка сложности. Оценка качества разбора.
19. Компьютерный синтаксис. Подходы к описанию синтаксиса. Грамматика зависимостей, принципы её устройства. Оценки качества разбора. Transition-based dependency parsing: как он устроен. Алгоритм с точностью до «оракула».
20. Машинный перевод. Оценка качества машинного перевода. BLEU + ещё один способ на выбор. IBM Models 1,2 – принципы работы.

Проверяемые компетенции: Все

Примеры тестовых заданий:

1. Что такое лемматизация:
 - . приведение слова в нормальную морфологическую форму; +
 - a. разбиение текста на слова;
 - b. нахождение основы слова для заданного исходного слова;
 - c. доказательство леммы.
2. Векторное представление текста, не учитывающее грамматику и порядок слов, но сохраняющее информацию об их количестве:
 - . мешок слов; +
 - a. мешок N-грамм;
 - b. word2vec;
 - c. fastText.
2. Что относится к недостаткам байесовской классификации:
 - . неспособность учитывать зависимость результата классификации от сочетания признаков; +
 - a. низкая скорость работы;
 - b. сложная реализация алгоритма;
 - c. сложная интерпретируемость результатов работы алгоритма.
2. Как вычисляется формула TF-IDF:
 - . $TF * IDF$; +
 - a. $TF + IDF$;
 - b. $TF - IDF$;
 - c. $IDF - TF$.
2. Что такое стемминг:
 - . приведение слова в нормальную морфологическую форму;
 - a. разбиение текста на слова;
 - b. нахождение основы слова для заданного исходного слова; +
 - c. морфологический разбор слова.
2. Что не входит в этапы машинного анализа текста:
 - . графематический анализ;
 - a. морфологический анализ;
 - b. лингвистический анализ; +
 - c. прагматический анализ.
2. Что не входит в задачу анализа тональности по аспектам:
 - . выделение аспектных терминов;
 - a. классификация аспектных терминов в аспектные категории;
 - b. автоматическое определение аспектов по отношению к выделенным категориям;

- с. ранжирование аспектных категорий. +
 - 2. Что такое Text Mining:
 - . интеллектуальный анализ текстов; +
- а. извлечение текстов из информационного источника;
- б. создание новых блоков базы транзакций ради вознаграждения в различных криптовалютах;
- с. выделение в тексте предложений и словоформ, точнее токенов.
 - 2. Стемминг, лемматизация – это:
 - . Виды морфологического анализа;
 - а. виды лингвистического анализа;
 - б. виды синтаксического анализа;
 - с. виды фонетического анализа.
- 2. Что относится к обучению без учителя:
 - . кластеризация;
 - а. классификация;
 - б. регрессия;
 - с. всё вышеперечисленное.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Мультимедийный проектор, доска.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Python (3.9 и старше).

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Голицына, О. Л. Информационные системы и технологии : учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. — 400 с. — ISBN 978-5-00091-592-9. ЭБС Знаниум по подписке СПбГУ.
2. Ингерсолл, Г. С. Обработка неструктурированных текстов. Поиск, организация и манипулирование / Г. С. Ингерсолл, Т. С. Мортон, Э. Л. Фэррис. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 414 с. — ISBN 978-5-97060-144-0. ЭБС ЛАНЬ по подписке СПбГУ.

3 Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных С. Дэви, М. Арно, А. Мохамед. 2017. СПб: Питер. 336 с. ISBN: 9785496025171 ЭБС «Айбукс» по подписке СПбГУ.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Олисеенко Валерий Дмитриевич			старший преподаватель кафедры информатики	vdo@dscs.pro
Корепанова Анастасия Андреевна			старший преподаватель кафедры информатики	aak@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы и технологии искусственного интеллекта и науки о данных в анализе и моделировании
социальных сетей**
**Methods and Technologies of Artificial Intelligence and Data Science in Social Network Analysis and
Modeling**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074330

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью изучения дисциплины является формирование навыков и компетенций обучающихся в области искусственного интеллекта и науки о данных для решения прикладных задач различного уровня сложности. Дисциплина является вводным курсом по вопросам искусственного интеллекта, в процессе которого закладываются основные знания и умения, необходимые для последующего погружения в одну из более узконаправленных тематик. Также в обучении рассматривается применение искусственного интеллекта в задачах анализа социальных сетей.

Задачами, решаемыми в рамках изучения дисциплины, являются:

- создание у обучающихся понимания тех задач и проблем, которые решаются методами искусственного интеллекта;
- знакомство с принципами разработки программных средств в области создания и применения искусственного интеллекта;
- формирование навыков анализа социальных сетей, понимание роли искусственного интеллекта при анализе, изучение средств киберметрии социальных сетей;
- изучение методологии и принципы руководства проектом по созданию, поддержке и использованию комплексных систем;
- изучение правовой базы информационного законодательства, правовые нормы и стандарты в области искусственного интеллекта;
- изучение принципов лицензирования и защиты авторских прав.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Максимальная эффективность дисциплины будет обеспечена при следующем условии: обучающийся владеет базовыми математическими понятиями и навыками программирования на языке высокого уровня, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.2.1 Требуемые компетенции

Способен проектировать, разрабатывать и внедрять программные продукты и программные комплексы различного назначения.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знает: • современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности Умеет: • выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.3. Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного

ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знает: • способы моделирования и построения организационно-технических и экономических процессов с использованием информационно-коммуникационных технологий и систем искусственного интеллекта Умеет: • разрабатывать и внедрять организационно-технические и экономические процессы с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1 Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знает: • методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной области, критерии выбора методов и инструментальных средств решения интеллектуальных задач, подходы к выбору методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта, процесс, стадии и методологии разработки решений на основе искусственного интеллекта Умеет: • осуществлять оценку критериев выбора методов и инструментальных средств решения задач с помощью систем искусственного интеллекта и выбор методов и инструментальных средств в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2 Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей
ПКП-4-ИИР-ПК-2 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знает: • современные языки программирования, библиотеки и программные платформы для функционального, логического, объектно-ориентированного программирования приложений систем искусственного интеллекта (Python, R, C++, C#) Умеет: • разрабатывать программные приложения систем искусственного интеллекта, с использованием современных	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта

	языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования (Python, R, C++, C#)	
ПКП-5-ИИР-ПК-4 Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знает: - классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные – обучение с учителем, дескриптивные – обучение без учителя Умеет: - проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знает: - возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач анализа данных и машинного обучения Умеет: - проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знает: - виды представления данных, методы поиска и парсинга данных. Умеет: - отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критический отбор данных; проверять их на целостность и непротиворечивость	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий
2.1. Организация учебных занятий
 Предусмотрены учебные занятия с использованием дистанционных технологий
2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 5	34		2	32					2				28		10		10	3
	2-25		2-25	2-25					2-25				1-1		1-1			
О	34		2	32					2				28		10			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 5			экзамен, на основе защиты выполненного проекта	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль):

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Вводная в тематику. Области применения искусственного интеллекта. Искусственный интеллект в социальных сетях. Подходы к анализу профессиональной информации. Современные проблемы искусственного интеллекта и цифровой экономики.	лекции	2
		по методическим материалам	4
		практические занятия	0
II.	Основные принципы разработки программных средств для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта. Введение в проектирование и управление системами искусственного интеллекта. Сбор данных из социальных сетей. Приватность данных. Характеристики контента. Объемы данных.	лекции	10
		по методическим материалам	4
		практические занятия	8
III.	Методы сбора и извлечения знаний. Основы извлечения контента из социальной сети «ВКонтакте» средствами языка Python и API «ВКонтакте». Использование в социальных, политических и экономических исследованиях. Области приложения. Инструменты проверки работоспособности программных компонентов систем.	лекции	8
		по методическим материалам	4
		практические занятия	8
IV.	Анализ социальных сетей и машинное обучение. Фреймворки для искусственного интеллекта. Архитектуры систем искусственного интеллекта для различных предметных областей, возможности современных инструментальных средств.	лекции	10
		по методическим материалам	4
		практические занятия	8
V.	Методология и принципы руководства проектом по созданию, поддержке и использованию комплексных систем. Принципы построения рекомендательных систем и систем поддержки принятия решений, подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта.	лекции	2
		по методическим материалам	8
		практические занятия	8
VI.	Правовая база информационного	лекции	2

	законодательства, правовые нормы и стандарты в области искусственного интеллекта. Принципы лицензирования и защиты авторских прав. Способы представления результатов научно-исследовательской деятельности.	по методическим материалам	4
		практические занятия	0
VII.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам. раб.)	10
		консультация	2
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекционных и семинарских занятий, выполнению лабораторных работ, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, а также подготовленных преподавателем и обучающимися электронных материалов. В силу того, что дисциплина проектно-ориентированная, часть лекционных занятий может быть заменена на семинарские, посвященные проектам обучающихся.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта, 4) прохождение теста. Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 21 баллов. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Посещение занятий и активная работа на них	19 баллов
Выполнение самостоятельных работ, готовность к занятиям	12 баллов
Итоговый проект	64 балла
Тест	5 баллов

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищен доклад	64 балла
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	42 балла
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	26 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-2.3. Владеть навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта.
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта.
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2 Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта.
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта. Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта.
6	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта.
7	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях	Контрольно-измерительные материалы составляющих финального проекта. Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Дисциплина способствует развитию следующих компетенций:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
 - ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
 - ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
 - ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
 - ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
 - ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
 - ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта
- ☐ Формируется дисциплиной.
- ☒ Развивается дисциплиной.
- ☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Список возможных вопросов для проверки компетенций:

1. Искусственный интеллект. Основные направления исследований в области ИИ.
2. Проектирование и управление системами искусственного интеллекта.
3. Знания и информация. Понятие о представлении знаний. Модели представления знаний.
4. Технология проектирования и разработки систем, основанных на знаниях. Основные этапы.
5. Методы сбора и извлечения знаний. Использование в социальных, политических и экономических исследованиях.
6. Программные платформы искусственного интеллекта.
7. Инструменты проверки работоспособности программных компонентов систем.
8. Архитектура и основные составные части систем искусственного интеллекта.
9. Принципы руководства проектом по созданию, поддержке и использованию комплексных систем.
10. Подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта.
11. Правовая база информационного законодательства, правовые нормы и стандарты в области искусственного интеллекта.

Проверяемые компетенции: Все

Примерный список тестовых вопросов:

1. Выберите какого направления нет в искусственном интеллекте:
 - a. Алогического
 - b. Машинного обучения
 - c. Представления знаний
 - d. Искусственного сознания
2. Каких подсистем нет в обобщенной структуре систем искусственного интеллекта?
 - a. Подсистемы пользовательского интерфейса
 - b. Машины ввода
 - c. Подсистемы объяснения ответа
 - d. Подсистемы размышления
3. Выберите этапы проектирования систем искусственного интеллекта
 - a. Определение задач и их характеристик
 - b. Выбор модели знаний и вывода решений
 - c. Тестирование системы
 - d. Имплементация системы в социальных сетях
4. Какие синонимы подходят к термину «скрытые знания»?
 - a. нетривиальные
 - b. практически полезные
 - c. нетривиальные
 - d. ранее неизвестные
5. С помощью каких инструментов и языков можно извлекать данные из социальных сетей:
 - a. Только императивных
 - b. Любых, в которых реализуема концепция объектно-ориентированного программирования
 - c. Любых, в которых существуют механизм запросов (Post, Get)
 - d. Только в Python 3
6. Выберите существующие платформы (библиотеки) для разработки систем искусственного интеллекта в Python 3
 - a. TensorFlow
 - b. PyTorch
 - c. PyAI
 - d. PythonART
7. Выберите несуществующие архитектуры систем поддержки принятия решений:
 - a. Функциональные
 - b. На основе независимой витрины данных
 - c. На основе трехуровневого хранилища данных

d. Мысленные

8. Какие подходы используются для управления проектами в области искусственного интеллекта в анализе социальных сетей:
 - a. Agile
 - b. Scrum
 - c. Kanban
 - d. **Интеллектуальные-карты**
9. В каких случаях этично собирать данные о пользователях социальных сетей:
 - a. С их разрешения
 - b. С обязательным обезличиванием
 - c. Для продажи
 - d. Для исследований
10. Какие регламентируют сбор и обработку данных пользователей социальных сетей:
 - a. **Политика социальных сетей**
 - b. **Статья ФЗ 149**
 - c. ГОСТ 53647.6-2012
 - d. ГОСТ Р ИСО 20252-2014

Примеры практических заданий:

Выполнение небольших заданий по различным темам обучения, в частности, знакомство на практике с фреймворками для искусственного интеллекта, работа с API ВКонтакте, библиотеками для извлечения и визуализации данных, выполнение различных заданий по проектной работе.

Пример итогового проекта:

Создание программного комплекса по интеллектуальному анализу данных, извлекаемых из социальных сетях «ВКонтакте» (vk.com), Одноклассники (ok.ru). Проект состоит из следующих частей:

1. Создать синтаксического анализатор и тзвекатель данных для обработки html страниц социальных сетей. (21 балл)
2. По заданным группам в социальных сетях подсчитать количество публикаций об упоминании университета, количество публикующих контент пользователей, количество лайков/просмотров/комментариев/репостов, график количество публикаций в день за определенный преподавателем период. (21 балл)
3. Создать модуль по вводу заданных групп и графическому представлению получаемой информации (22 балла)

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс с количеством рабочих мест соответствующим количеству обучающихся с учетом рабочего места преподавателя, мультимедийный проектор, доска. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского, IDE для Python.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В рамках изучения дисциплины выполнения практических заданий обучающимся могут потребоваться средства Microsoft Office, редакторы кода для Python, сервисы для работы с документами LaTeX.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний : учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г. Б. Загорулько. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 93 с. — ISBN 978-5-534-07198-6. — ЭР по подписке СПбГУ
2. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 278 с. — ISBN 978-5-534-00734-3. — ЭР по подписке СПбГУ
3. Антонио, Д. Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Д. Антонио, П. Суджит ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 294 с. — ISBN 978-5-97060-573-8. — ЭР по подписке СПбГУ
4. Миркин, Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 174 с. — ISBN 978-5-9916-5009-0. — ЭР по подписке СПбГУ
5. Келлехер, Д. Наука о данных: базовый курс / Джон Келлехер, Брендан Тирни ; пер. с англ. - Москва : Альпина Пабlishер, 2020. — 222 с. — ISBN 978-5-9614-3170-4. ЭР по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент кафедры Информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Алгоритмы обработки изображений
Image Processing Algorithms**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074331

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Алгоритмы обработки изображений» направлена на формирование навыков работы с фильтрацией, анализом, обработкой одномерных и двумерных оцифрованных сигналов с упором на обработку изображений.

Подобные знания широко востребованы в самых разных областях науки, техники и промышленности. Владение этими знаниями и навыками будет преимуществом при трудоустройстве в коммерческие компании, а также принесет пользу в научной и исследовательской деятельности.

Программа дисциплины также дидактически повторяет, подкрепляет и иллюстрирует классические концепции алгебры, математического анализа, компьютерных наук, тем самым способствуя большей наглядности изложенного в них материала и лучшему его закреплению.

Курс захватывает и смежные области знаний, такие как физиология восприятия, оптимизация ПО и аппаратного обеспечения, история развития вычислительных систем и т.п. Подобные экскурсии носят более демонстрационный, рекламный, а не глубокий характер и призваны лишь расширять кругозор слушателей.

Отдельные параметры семестрового курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение основам анализа изображений; демонстрация сходств и отличий обработки изображений от обработки других сигналов; формирование навыка использования базовых приёмов обработки изображений; изучение имеющихся программных средств; умение проводить анализ полученных результатов и делать выводы.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся без затруднения может читать литературу на иностранном языке и усваивать материал самостоятельно, а также свободно владеет понятиями и теоретическими основами линейной алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов

систем искусственного интеллекта	Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-3-ИИР-ПК-1 Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: принципы классификации и идентификации задач искусственного интеллекта, методы, используемые для решения задач искусственного интеллекта Уметь: выбирать рациональные методы в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при решении задач	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1 Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops Уметь: сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Уметь: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 6	16		2	16					2				44		28		10	3
	1-25		1-25	1-25					1-25				1-1		1-1			
О	16		2	16					2				44		28			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	лекции	8
		практические занятия	8
		по методическим материалам	22
II.	ГЛУБОКИЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ	лекции	8
		практические занятия	8
		по методическим материалам	22
III.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	28
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях (10 баллов), 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям (30 баллов) 3) результаты экзамена (60 баллов).

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и обучающийся удаляется с экзамена.

Обучающемуся задаётся два вопроса по билету и от одного до трёх дополнительных вопросов. Каждый ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 60.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Самостоятельные работы.
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи искусственного интеллекта, выбирает адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Работа на практических занятиях. Домашние задания.
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Самостоятельные работы.
6	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	Работа на практических занятиях. Домашние задания. Самостоятельные работы. Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример практической работы:

1 «Классификация изображений с помощью сверточных нейронных сетей»

Набор данных Гербарий 2022: Флора Северной Америки является частью проекта Ботанического сада Нью-Йорка, финансируемого Национальным научным фондом, по созданию инструментов для выявления новых видов растений по всему миру. Набор данных стремится представить все известные таксоны сосудистых растений в Северной Америке, используя изображения, собранные из 60 различных ботанических учреждений по всему миру. Набор данных Herbarium 2022: Flora of North America содержит 1,05 млн изображений 15 500 сосудистых растений, которые составляют более 90% таксонов, задокументированных в Северной Америке. Использовался контрольный список сосудистых растений Америки (VPA), подготовленный Ботаническим садом Миссури. Набор данных ограничен тем, что включает только сосудистые наземные растения (плауновидные, папоротники, голосеменные и цветковые растения).

Необходимо построить классификатор изображений сосудистых растений. Оценка качества производится при помощи F1_масго, притом $F1\_масго > 0.8$.

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. Свет это...
 - . Инфракрасное излучение
 - a. Ультрафиолетовое излучение
 - b. Рентгеновское излучение
 - c. **Ничего из вышеперечисленного**
2. Цветовое пространство, в котором три канала это:
 - . RGB
 - a. CMYK
 - b. HSV
 - c. **CIE XYZ**
3. Метод Оцу позволяет:
 - . **Получить черно-белое изображение и порог для его получения**
 - a. Выделить объект на изображении
 - b. Создать цветовое пространство из изображения и порог для его получения
 - c. Ничего из вышеперечисленного
4. Воксель это...
 - . Максимальный элемент трехмерного изображения
 - a. **Минимальный элемент трехмерного изображения**
 - b. Минимальный элемент двумерного изображения
 - c. Ничего из вышеперечисленного
5. Сжатие цифровых изображений используется для...
 - . **Оптимизации размера изображения**
 - a. Снижения качества изображения
 - b. Повышения качества изображения
 - c. Ничего из вышеперечисленного
6. SURF дескриптор инвариантен к:
 - . **Изменению масштаба**
 - a. Сдвигу
 - b. Вращению
 - c. Отражению
7. Основными преимуществами формата JPEG является:
 - . **Возможность сжатия с потерями качества**
 - a. **Возможность сжатия без потерь качества**
 - b. **Возможность открытия на любой платформе**

- c. Возможность кодирования видео
- 8. Детектор Harris позволяет:
 - . Находить границы на изображении
 - a. **Находить углы на изображении**
 - b. Находить точки на изображении
 - c. Находить объекты на изображении
- 9. Детектор Кэнни позволяет:
 - . Находить линии на изображении
 - a. **Находить границы на изображении**
 - b. Находить точки на изображении
 - c. Находить объекты на изображении
- 10. Преобразования Хафа позволяет:
 - . Находить линии на изображении
 - a. Находить границы на изображении
 - b. Находить точки на изображении
 - c. **Находить объекты на изображении**

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Что такое цвет и свет, Восприятие цвета глазом, дальтонизм
2. Метамеры, Опыты CIE6. Цветовое пространство XYZ Цветовой лепесток (свойства), эллипсы Мак-Адама Абсолютные и не абсолютные модели цвета. CMYK (аддитивные и субтрактивные модели). HSV, HLS - идеи построения
3. Способы представления пикселя
4. Типичная структура данных для хранения изображения
5. Однородные координаты, Проективные преобразования, примеры (квадрики как конические сечения)
6. Модель камеры обскуры. Приведённое фокальное расстояние, Дисторсия
7. Бинаризация, локальные и глобальные алгоритмы, порог Отсу, k-means
8. Вычисление градиента и моментов изображения,
9. Детектор Кэнни.
10. Морфология бинарных изображений (эрозия, наращивание, размыкание и замыкание). Морфологическая скелетизация
11. Преобразование Хафа,
12. Обнаружение точечных особенностей. Мотивация и примеры
13. Детектор Harris,
14. Пирамидальное представление изображения. LoG, DoG.
15. Дескрипторы особенностей (SIFT, SURF, Census transform, FAST, ORB, BRISK).
16. Численные методы — градиентный спуск, метод Ньютона, Маркварда-Левенберга
17. Методы оценки внешних параметров моделей.
18. Методы оценки внутренних параметров моделей.
- Существенная матрица и взаимное положение нескольких камер.
19. RANSAC с приложениями к поиску существенной матрицы.
20. Алгоритмы сегментации
21. Алгоритм оптического потока BlockMatch
22. Алгоритм оптического потока KLT.
23. Сжатие JPEG
24. Сжатие MPEG
25. Пространственное и частотное представления изображений, Масштабирование изображений
26. Модели шума — некоррелированный шум. Подавление некоррелированного шума
27. Модели шума — Коррелированный шум. Подавление коррелированного шума

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебник для вузов / В. В. Селянкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8259-7. — ЭР по подписке СПбГУ
2. Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — ЭР по подписке СПбГУ
3. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — ЭР по подписке СПбГУ
4. Броневиц, А. Г. Анализ неопределенности выделения информативных признаков и представлений изображений : монография / А. Г. Броневиц, А. Н. Каркищенко, А. Е. Лепский. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 320 с. — ISBN 978-5-9221-1499-8. — ЭР по подписке СПбГУ
5. Ковалев, В. А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений / В. А. Ковалев. — Минск : Белорус. наука, 2008. — 263 с. — ISBN 978-985-08-0905-6. — ЭР по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

Корепанова Анастасия Андреевна		старший преподаватель кафедры Информатики	a.korepanova@spbu.ru
Хлобыстова Анастасия Олеговна		старший преподаватель кафедры Информатики	a.khlobystova@spbu.ru

4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

5. Математика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

6. Информатика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Многопоточность в машинном обучении
Multithreading in Machine Learning**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 074335

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Цель изучения дисциплины — знакомство с методами масштабирования алгоритмов машинного обучения для обработки больших объёмов данных, а также овладение соответствующим инструментарием. Студенты приобретут навыки и компетенции, соответствующие профессии исследователя данных (data scientist) и разработчика математических моделей, методов и алгоритмов анализа данных

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: классы решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта; основные параметры идентификации задач искусственного интеллекта: назначение, сфера применения, виды используемых знаний, временные аспекты решения задач Уметь: определять принадлежность проблемной области к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры идентификации задач систем искусственного	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей

	интеллекта	
ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке.	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops Уметь: сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения; принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта с применением машинного обучения Уметь: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения; работать с распределенной кластерной системой при создании, поддержке и использовании систем искусственного интеллекта	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач ПКП-6-ИИР-ПК-5.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)			итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
стр 6	14			12				2					34		10		10	2
	1-25			1-25				1-25					1-1		1-1			
О	14			12				2					34		10			2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 6			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ПАРАЛЛЕЛИЗМ НА УРОВНЕ ИНСТРУКЦИЙ	лекции	4
		практические занятия	3
		по методическим материалам	8
II.	ПАРАЛЛЕЛИЗМ ТИПА ОДНА ИНСТРУКЦИЯ МНОЖЕСТВО ДАННЫХ	лекции	4
		практические занятия	3
		по методическим материалам	8
III.	МНОГОПОТОЧНЫЙ ПАРАЛЛЕЛИЗМ	лекции	4
		практические занятия	3
		по методическим материалам	10
IV.	РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	лекции	2
		практические занятия	3
		по методическим материалам	8
V.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	10
		промежуточная аттестация (зачет)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в устной форме: защита проекта (50 баллов) и ответ на один теоретический вопрос (50 баллов). На подготовку ответа на теоретический вопрос даётся не менее одного академического часа (при подготовке можно пользоваться собственным конспектом). После ответа преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на зачет. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего зачет.

Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 15 баллов.

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищён доклад	50 баллов
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	40 баллов
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	30 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачтено
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Не зачтено

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к зачету.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
6	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.
7	ПКП-6-ИИР-ПК-5.3. Создает, поддерживает и использует системы искусственного интеллекта, включающие разработанные модели и методы, с применением выбранных инструментов машинного обучения	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта

- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов для проверки компетенций.

Описание технологии проведения проекта:

- структура и объем проекта: проект должен быть выполнен в виде программного кода с комментариями и отчёта.

- сроки представления проекта: 1 месяц.

- описание процедуры защиты: выступление с устной презентацией результатов с последующим групповым обсуждением, ответы на вопросы преподавателя

Примерный перечень тем проектов:

1. Извлечение фактов и категорий;
2. Оптимизация гиперпараметров нейронных сетей с помощью предсказания кривой обучения;
3. Применение глубоких сетей для распознавания языка;
4. Синтез изображений на основе глубоких нейронных сетей;
5. Настройка гиперпараметров алгоритмов кластеризации;
6. Построение вероятностной модели профиля пользователя по неполной и несогласованной информации из многих источников;
7. Исследование пространства графовых структур байесовских сетей;
8. Оптимизация гиперпараметров рекуррентной сети;
9. Постановка задачи отбора кандидатов в поиске кросс-языковых заимствований;
10. Контекстуальные бандиты для настройки гиперпараметров;
11. Управление траекторией регуляризации в процессе построения вероятностных тематических моделей;
12. Извлечение отношений между словами на основе их векторного представления;
13. Восстановления профиля пользователя по данным из многих источников;
14. Сличение различных аккаунтов одного пользователя;
15. Предсказание сердечного ритма пользователей Алгоритмы кластеризации пользователей по данным из многих источников;
16. Моделирование распространения информации среди Интернет-ресурсов с помощью сетей диффузии;
17. Поиск подграфов социального графа, включающих заданное множество пользователей;
18. Определение структуры пересекающихся сообществ графа путём пост-обработки непересекающихся сообществ;
19. Определение пользовательских ролей в онлайн-сообществах;
20. Исследование устойчивости и полноты тематических моделей;
21. Именованное тем, ранжирование вариантов названия;
22. Оптимальные режимы онлайн-алгоритма построения тем;
23. Адаптация коэффициентов регуляризации, обучение с подкреплением для тематических моделей;
24. Выделение синтаксических шаблонов, коллокаций, тематичных терминов;
25. Алгоритмы инициализации матрицы Φ в тематическом моделировании;
26. Тематические модели дистрибутивной семантики;
27. Тематические модели коротких текстов, предложений, сегментации;
28. Суммаризация тем, иерархическая суммаризация;
29. Сфокусированная тематизация: этничности, эпидемии, конфликты, терроризм
30. Совместная тематическая модель для текстов и изображений;
31. Предсказание популярности пользователя по первым постам;
32. Построение тематической модели, максимизирующей качество интерпретируемости основных слов и похожести текстов.

Проверяемые компетенции: Все

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Понятие автоматического машинного обучения. Система Райса.
2. Наивные алгоритмы настройки гиперпараметров. Случайный поиск. Поиск по сетке.
3. Понятие мета-обучения. Мета-обучение для рекомендации алгоритмов.
4. Древоидная оценка Парзена (TPE). Примеры реализаций. TPOT.
5. Байесовская оптимизация. SMBO, SMAC.
6. Эволюционные методы для настройки гиперпараметров.
7. Задача одновременного выбора модели и её гиперпараметров. Общая постановка. Auto-sklearn.
8. Проблема выбора меры в задаче кластеризации.
9. Алгоритм рекомендации меры качества на основе мета-обучения.
10. Метод одновременного выбора и настройки эвристического алгоритма кластеризации на основе обучения с подкреплением.
11. Настройка эволюционного алгоритма кластеризации.
12. Автоматическое машинное обучение в задаче выбора признаков: MeLiF, MeLiF+.
13. Поиск архитектуры нейронной сети (NAS). Auto-PyTorch.

Список примерных тестовых вопросов:

Выберите технологию потоковой обработки событий в режиме реального времени

- MapReduce
- Apache Hadoop
- Apache Kafka
- Spark Streaming

2. Для машинного обучения подходят данные

- Любых форматов в цифровом виде
- Предварительно подготовленные, очищенные от ошибок, пропусков и выбросов, а также нормализованные и представленные в виде числовых векторов
- Числовые типа int
- Бинарные

3. Формат Parquet считается

- строковым
- колоночным (столбцовым)
- полуструктурированным
- неструктурированным

4. Повысить производительность Apache Kafka можно с помощью:

- Замены HDD-дисков на SSD
- Увеличения размера сообщений
- Увеличения плотности разделов на каждом брокере
- Повышения коэффициента репликации

5. Для распределенного глубокого машинного обучения (Deep Learning) больше подходят фреймворк

- Scikit-learn
- TensorFlow
- Flask
- PyTorch

6. Автоматизировать запуск пакетных задач в рамках конвейера обработки больших данных по расписанию можно с помощью

- Apache Hadoop
- Apache AirFlow
- Apache Hive
- Apache Kafka

7. Анализировать данные, хранящиеся в Apache Hadoop, с помощью стандартного инструментария SQL-запросов

- Можно
- Нельзя

8. Apache NiFi используется для

- оптимизации SQL-запросов к DWH
- эффективного хранения больших данных
- маршрутизации потоков Big Data и построения ETL-конвейеров
- визуализации результатов аналитики

9. Для полнотекстового интеллектуального поиска и аналитики по полуструктурированным данным в формате JSON отлично подходит СУБД

- HBase
- Cassandra
- Hive
- Elasticsearch

10. Для реализации микросервисной архитектуры и интеграции разрозненных систем подходит

- Apache Hadoop
- Apache Spark
- Apache AirFlow
- Apache Kafka

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс, с многоядерными компьютерами, с установленными MPI и/или OPENMP. Microsoft Visual Studio. Linux.

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6.

2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0.
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: / А. И. Кобзарь. — Москва: Физматлит, 2006. — 816 с.: табл. — (Современные методы в математике). — ISBN 978-5-9221-0707-5.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: / А. И. Кобзарь. — Москва: Физматлит, 2006. — 816 с.: табл. — (Современные методы в математике). — ISBN 978-5-9221-0707-5.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент кафедры информатики	mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРАКТИКИ**

**Производственная практика (проектно-технологическая)
Internship (Project and Technological)**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 074336

Аннотация

Производственная практика направлена на закрепление, расширение и углубление полученных теоретических и практических знаний и умений, приобретение профессиональных навыков в решении конкретных проблем в области профессиональной деятельности.

Раздел 1. Характеристика практики**1.1. Цель и задачи практики**

Основной целью производственной практики является закрепление теоретической подготовки обучающегося, приобретение новых практических навыков и компетенций, опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачи производственной практики:

- сформировать у обучающихся общее представление о требованиях, предъявляемых к работникам на производстве и в профильных компаниях;
- дать представление о проблемах, возникающих при разработке практически значимых проектов;
- сформировать навыки постановки задачи, планирования исследований, получения и оценивания результатов.
- прививать навыки коллективной работы над проектами;
- развивать способность к самостоятельному получению и углублению новых знаний, необходимых для профессиональной деятельности;
- сформировать навыки самостоятельного анализа и выбора путей решения конкретных практических задач;
- развить навыки управления временем и планирования работы;
- совершенствовать навыки научно-исследовательской деятельности.

При прохождении практики в промышленной/исследовательской компании соответствующего профиля сопутствующей задачей является знакомство со структурой компании, принципами организации работы в компании.

1.2. Вид практики (вид практики должен соответствовать актуальному учебному плану, утверждённому в установленном в СПбГУ порядке)

- ☐ Учебная
 ☒ Производственная
☐ Научно-исследовательская практика
 ☐ Педагогическая
☐ Преддипломная

1.2.1. Тип практики (тип практики должен соответствовать образовательным стандартам)

_____ проектно-технологическая _____ (указать какая)

1.2.2. В рамках учебной практики по программам магистратуры проводится ознакомительное занятие в Ресурсном центре Научного парка СПбГУ

_____ нет _____ (указать в каком)

1.3. Способы проведения практики (способ проведения практики (при наличии) должен соответствовать образовательным стандартам)

_____ стационарная _____ (указать какой)

1.3.1. Дополнительные характеристики стационарной практики (отметить нужное)

☒ в СПбГУ:

☒ учебно-научное подразделение СПбГУ _Математико-механический факультет _

☐ административное подразделение СПбГУ _____ (указать какое)

☒ Клиника СПбГУ IT-клиника _____ (указать какая)

☐ Научная библиотека им. М. Горького

☒ Научный парк СПбГУ, Ресурсный центр Вычислительный центр _____ (указать какой)

- ☐ Малое инновационное предприятие _____ (указать какое)
- ☐ Издательство СПбГУ
- ☐ Приемная комиссия СПбГУ
- ☐ другое _____ (указать какое)

- ☐ в организации, расположенной на территории Санкт-Петербурга (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.3.2. Дополнительные характеристики выездной практики (выбрать при наличии)

- ☐ особенности проведения, связанные с природными условиями: _____ (указать, какие)
- ☐ экспедиция, выездная на учебно-научные базы, в профильной организации (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.4. Формы проведения практики (выбрать один вариант по согласованию с сотрудниками Управления образовательных программ в соответствии с календарным учебным графиком)

- ☐ Непрерывно (путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения всех видов практик)
- ☒ Дискретно с указанием дополнительных характеристик проведения практики (возможно сочетание дискретного проведения практик по их видам и по периодам их проведения)

1.4.1. Дополнительные характеристики формы проведения практики

- ☐ практика проводится в условиях, когда обучающиеся не имеют возможности посещать аудиторные занятия, т.к. находятся за пределами СПбГУ
- ☒ практика может проводиться параллельно с учебными занятиями

1.5. Требования подготовленности к прохождению практики

Дополнительных требований, кроме успешной предшествующей аттестации по НИР в рамках образовательной программы, не предъявляется. Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что магистрант:

- на протяжении обучения в магистратуре не меняет тематику исследований;
- эрудирован в области практических средств (технологий, программного обеспечения и т.д.) решения задач в выбранной области.

1.5.1. Особые условия допуска

1.5.2. Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

1.6. Перечень применяемых профессиональных стандартов в области профессиональной деятельности (дополняемый) и (или) перечень обобщенных трудовых функций, трудовых функций, умений, навыков по мнению потенциальных работодателей (обязательно для заполнения для производственного вида практики: см. <http://profstandart.rosmintrud.ru/>, перечень дополняется по мере утверждения профессиональных стандартов, при отсутствии утвержденных профессиональных стандартов учитывается мнение потенциальных работодателей)

Код 06.001 «Программист» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 424н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69720);

Код 06.015 «Специалист по информационным системам» (приказ Минтруда России от 13.07.2023 г. № 586н, зарегистрирован в Минюсте России 16.08.2023 г. № 74817);

Код 06.016 «Руководитель проектов в области информационных технологий» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 369н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73455);

Код 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 423н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69713);

Код 06.022 «Системный аналитик» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 367н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73453);

Код 06.042 «Специалист по большим данным» (приказ Минтруда России от 06.07.2020 г. № 405н, зарегистрирован в Минюсте России 05.08.2020 г. № 59174);

Код 06.046 «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа» (приказ Минтруда России от 09.07.2021 г. № 462н, зарегистрирован в Минюсте России 30.07.2021 г. № 64502).

1.7. Перечень профессиональных компетенций, формирующих практическую составляющую результатов освоения программы

1.7.1. Перечень общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп

1.7.2. Перечень профессиональных компетенций:

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта.
- ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
- ПКП-7-ИИР-ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
- ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта
- ПКП-9-ИИР-ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных

1.7.3. Перечень универсальных компетенций:

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
- УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
- УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

Для оценки достижения компетенций применяются индикаторы:

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции
	1	2	3
1	Универсальные	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
2	Универсальные	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
3	Универсальные	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде
4	Универсальные	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.
5	Универсальные	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.
6	Универсальные	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов
7	Универсальные	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;
8	Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;
9	Общепрофессиональные	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций

		использовать их при решении задач профессиональной деятельности	
10	Общепрофессиональные	ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора
11	Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач
12	Общепрофессиональные	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности
13	Общепрофессиональные	ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы
14	Общепрофессиональные	ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.
15	профессиональные	ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей
16	профессиональные	ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
17	профессиональные	ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
18	профессиональные	ПКП-6-ИИР-ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
19	профессиональные	ПКП-7-ИИР-ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи
20	профессиональные	ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен	ПКП-8-ИИР-ПК-7.2. Выполняет

	ые	осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения
21	профессиональн ые	ПКП-9-ИИР-ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных	ПКП-9-ИИР-ПК-8.1. Разрабатывает программные компоненты извлечения, хранения, подготовки больших данных с учетом вариантов использования больших данных, определений, словарей и эталонной архитектуры больших данных
22	профессиональн ые	ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

1.8. Сопоставление профессиональных компетенций с содержанием профессиональных стандартов и (или) обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями, умениями, навыками по мнению потенциальных работодателей (в привязке к перечисленным профессиональным стандартам или мнению потенциальных работодателей)

Перечень компетенций	Обобщенные трудовые функции, трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом
ПКП-1-ИИР-ОПК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-3-ИИР-ПК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-4-ИИР-ПК-2	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.017.B.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-5-ИИР-ПК-4	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-6-ИИР-ПК-5	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-7-ИИР-ПК-6	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-8-ИИР-ПК-7	06.015.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-9-ИИР-ПК-8	06.017.B.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6

Раздел 2. Организация, структура и содержание практики

2.1. Организация практики: модель с кратким описанием

Виды и объемы учебной работы, объем и продолжительность практики, а также ее место в структуре образовательной программы указаны в актуальном учебном плане.

Учебный период и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

2.2. Структура и содержание практики

Для обучающихся учебная практика – это систематическая самостоятельная работа с учебной и научной литературой, знакомство и закрепление знаний и навыков работы с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и науки о данных.

- Во втором семестре преподаватель-руководитель практики:
 - проводит ознакомительное занятие, посвященное общим рекомендациям, касающимся последовательности и продолжения работы над ВКР и оформления её текста;

- рекомендует специализированную учебно-научную литературу и другие источники, на основе которых разрабатывается методология исследования;
- проводит на регулярной основе консультации, на которых обучающиеся отчитываются о ходе своей работы;
- оказывает методическую помощь по оформлению результатов практики (структура и разделы отчета);
- консультирует обучающихся при подготовке итоговых презентаций и участвует в процедуре защиты практики.

Раздел 3. Обеспечение практики

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

☐ Текущий контроль успеваемости

Виды: демонстрация имеющихся результатов по личным проектам посредством устных докладов и отчётов обучающихся, проведение ретроспективного анализа достижений и проблем

Формы: устно-письменная

Промежуточная аттестация

☒ зачет ☐ экзамен

3.1.2. Методические материалы для обучающихся

3.1.2.1. Методические указания по прохождению практики

В рамках учебной практики предусмотрена самостоятельная работа под руководством руководителя практики, а также регулярные консультации обучающихся по их работе над проектом, которые проводятся преподавателями-руководителями практики.

Для ознакомления с новейшими достижениями мирового научного сообщества рекомендуется использовать отечественные и зарубежные реферативные и полнотекстовые базы данных, такие как ScienceDirect (реферативная и полнотекстовая база научных изданий), e-library (коллекция отечественных журналов) и др. Список баз данных, к которым открыт доступ с компьютеров, подключенных к сети СПбГУ, представлен на сайте библиотеки СПбГУ (library.spbu.ru).

Изучение литературы заканчивается составлением обзора, в котором обобщаются известные результаты и формулируются проблемы, представляющие интерес для дальнейшего изучения.

С целью взаимного обмена информацией о проводимых работах над проектом обучающиеся представляют результаты своей работы на научном семинаре, которым руководят преподаватели кафедры.

По окончании работы над проектом каждый обучающийся составляет текстовый отчет и готовит презентацию.

3.1.2.2. Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по производственной практике проводится в форме устной защиты отчета перед Комиссией.

Сбор материалов для отчета происходит на протяжении всего периода прохождения практики; редактирование и оформление выполняются на заключительном этапе. По завершении практики студент готовит отчет и его электронную презентацию и представляет отчетные материалы на утверждение руководителю практики от организации, а затем – руководителю от университета. Отчет студента о практике должен включать текстовые, графические и иные иллюстративные материалы. При оформлении отчета о практике следует использовать научно-техническую литературу, периодические, нормативные источники и материалы, систематизируя, обобщая и критически оценивая информацию по практике.

Отчет выполняется с помощью компьютерного набора с использованием современных текстовых и, если необходимо, графических редакторов на одной стороне листа (без рамки) белой бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель не менее 12); поля: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху 20 мм, снизу 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту – 1,25 см; выравнивание текста по ширине страницы. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры. Требования к структуре отчёта изложены в пункте «3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике» настоящего документа. Титульный лист (приложение 2) является первой страницей отчета, служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа. На титульном листе приводят следующие сведения: наименование организации, где составлен отчет; фамилия, имя, отчество студента; тема задания практики; фамилия, имя, отчество, должность и место работы руководителя практики от организации; фамилия, имя, отчество, должность руководителя практики от СПбГУ. Содержание – перечень основных частей

отчета с указанием страниц. Пункты содержания должны повторять заголовки в тексте. Не допускается сокращать или давать заголовки в другой формулировке. Последнее слово заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы.

Список сокращений и условных обозначений. Сокращение слов и словосочетаний на русском и иностранных языках оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.11 и ГОСТ 7.12. Применение в отчете сокращений, не предусмотренных вышеуказанными стандартами, или условных обозначений предполагает наличие перечня сокращений и условных обозначений. Наличие перечня не исключает расшифровку сокращения и условного обозначения при первом упоминании в тексте. Перечень следует располагать столбцом (слева – аббревиатура или условное обозначение, справа – расшифровка) по алфавиту. Список терминов помещается после перечня сокращений и условных обозначений и включается в оглавление. Список терминов приводится и оформляется при использовании специфической терминологии в отчете (с соответствующими разъяснениями). Термин записывают со строчной буквы, а определение – с прописной буквы. Термин отделяют от определения двоеточием. Список терминов оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5.

Введение, как правило, включает в себя название темы практики, формулировку цели работы, задач и основных этапов ее выполнения. Помимо этого, во введении дается краткое резюме о содержании и объеме проделанной работы, приводится степень ее актуальности.

Основная часть отчета о практике, как правило, содержит краткий литературный обзор по тематике работы, описание объекта практики (например, изучаемая модель, применяемые методы и т. д.), описание видов деятельности, применяемых или примененных студентом к объекту практики, результаты работы. Основная часть делится на разделы и подразделы. Разделы и подразделы нумеруют арабскими цифрами. Номера подразделов должны состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится. В тексте документа не допускается: применять обороты разговорной речи, применять для одного и того же понятия разные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке; применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами; сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В Заключении кратко подводятся итоги работы: обобщаются результаты, приводятся рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы. Оценивается степень решения поставленных задач и достижения намеченной цели. Список использованных источников включает библиографические описания источников, использованных при работе. Список использованных источников должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. В приложениях помещаются вспомогательные материалы (исходные данные, ксерокопии больших по объему документов, мнемонический код, схемы работы алгоритма, дополнительные и громоздкие расчёты, объемные таблицы, компьютерные распечатки, описание методики вычисления, исторические справки, подробные комментарии к тексту работы, графический материал (сложные рисунки и схемы), справочный материал, используемые при выполнении работы; таблицы и рисунки), которые затруднили бы чтение основной части. Приложения располагают как продолжение отчета. Приложения должны иметь общую с остальной частью работы сквозную нумерацию страниц. В тексте отчета о практике на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета. Приложения должны быть перечислены в оглавлении отчета с указанием номеров, заголовков и страниц.

Типовая структура электронной презентации отчета:

- слайд, содержащий: наименование практики, ФИО студента и ФИО руководителя, тему задания, место, сроки прохождения, должность во время практики;
- слайд, содержащий сведения о цели и задачах практики, видах выполненных работ;
- один или несколько слайдов, характеризующих полученные результаты по каждому виду выполненных работ;
- слайд, характеризующий общий результат практики - выводы и рекомендации.

3.1.2.3. Материалы для оценки обучающимися содержания и качества практики

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.1.3. Методические материалы для руководителей практики от СПбГУ и от профильных организаций

3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме ознакомления с документами, предоставленными обучающимся в качестве отчета, выступлением-защитой о промежуточных результатах работы и их последующей оценки комиссией. Она складывается из представления обучающимся итогового отчета, доклада по результатам практики, отзыва руководителя практики и отзыва консультанта, если таковой был назначен. Отзывы научного руководителя и консультанта (если таковой был назначен), а также внешней организации (если практика проходила во внешней организации) предоставляются координатору практики не позднее чем за один рабочий день до назначенной даты защиты, итоговый отчет о прохождении практики – не позднее, чем за семь рабочих дней.

При промежуточной аттестации по учебной практике учитывается:

- отчет по учебной практике, оформленный в соответствии с требованиями;
- отзывы научного руководителя и (если есть) консультанта;
- финальная презентация по проекту.

Защита отчета (финальная презентация) по учебной практике проводится на заседании комиссии, которая формируется в установленном порядке. Процедура защиты отчета в форме финальной презентации предусматривает выступление обучающегося с основными итогами проведенной работы, а также выводами и рекомендациями. Промежуточная аттестация проводится под руководством координатора практики. Доклад оформляется как устная презентация. В ходе доклада студент показывает, как практика помогла ему в достижении целей, указанных в ВКР, а также полученные в ходе её результаты. К докладу необходимо подготовить комплект слайдов, иллюстрирующих выступление. Форма доклада и слайдов свободная, рекомендуемая длительность – не более 7 минут. Куратору практики допускается обращаться напрямую к автору отзыва в порядке взаимодействия с внешними контрагентами, определённом в приказах и должностных инструкциях СПбГУ.

3.1.3.2. Методика и критерии оценивания

Итоговые полнота и качество материалов, а также работа в семестре оцениваются баллами.

1. Присутствие на назначенных очных встречах с руководителем практики — кол-во посещённых встреч / кол-во назначенных встреч * 20 баллов. Более 3-х обязательных встреч назначать не рекомендуется (но возможно для консультаций по согласованию с обучающимися), посещаемость сверх этого количества не оценивается.
 2. Отзыв научного руководителя: без замечаний 30 баллов, с некритическими замечаниями 20 баллов, с критическими замечаниями 10 баллов, отрицательный отзыв — 0 баллов. При наличии консультанта и/или внешней организации, отзыв научного руководителя ссылается на их отзывы и также использует их мнение для аргументации своих оценок.
 3. Итоговый письменный отчет по учебной практике, соответствующий рекомендуемым требованиям и содержащий необходимую информацию о ходе практики и её результатах — от 0 до 25 баллов.
 4. Доклад, проведённый в соответствии с критериями, изложенными в п. 3.1.3.1 — от 0 до 25 баллов.
- При полном отсутствии результатов по любому из пунктов обучающийся получает в совокупности 0 баллов.

Оценка выставляется по количеству баллов:

Полнота и качество материалов и доклада, баллы	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
90-100	A	зачтено
80-89	B	
70-79	C	
61-69	D	
50-60	E	
менее 50	F	не зачтено

В случае проведения аттестации комиссией каждый из членов аттестационной комиссии оценивает материалы и доклад независимо от остальных и принимает решение о выставлении зачета самостоятельно. При возникновении спорных ситуаций допустимы прения и изменения членами комиссии своего первоначального мнения. Финальный балл вычисляется, как среднее арифметическое из баллов, выставленных членами комиссии.

3.1.3.3. Оценочные средства: контрольно-измерительные материалы и фонды оценочных средств

При оценке документов и устного доклада необходимо проверять их соответствие критериям и рекомендациям, изложенным в п. 3.1.2.2.

Оценка индикаторов достижения компетенции при помощи КИМ:

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
2	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
3	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
4	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
5	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.	Отчёт Доклад
5	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов	Отчёт
7	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;	Доклад
8	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
9	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.	Отчёт Доклад
10	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;	Отчёт
11	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Отчёт
12	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора	Доклад
13	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач	Отчёт
14	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт

15	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы	Работа на назначенных встречах в течение семестра
16	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
17	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
18	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
19	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
20	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
21	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
22	ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт

3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике

1. Титульный лист.
2. Содержание отчета.
3. Введение.
4. Основные результаты практики.
5. Заключение (основные выводы и предложения).
6. Список использованных литературных источников и информационных материалов.
7. Перечень использованного оборудования, в том числе оборудования Научного парка СПбГУ.
8. Приложения (индивидуальное задание на производственную практику, календарный график выполнения работ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, отзыв представителя организации).

Рекомендуемые формы отзыва руководителя и титульного листа на следующих двух страницах.

Отзыв о прохождении Производственной практики (проектно-технологической)

Студент	Фамилия Имя Отчество
Дата	ДД месяц ГГГГ

Обучающийся ФИО в ходе прохождения Производственной практики (проектно-технологической) своевременно / качественно / несвоевременно / некачественно выполнил следующие задачи:

(перечисление задач)

В ходе работы обучающийся ФИО активно / неактивно взаимодействовал с научным руководителем, своевременно выполнял / не выполнял поставленные задачи, проявлял / не проявлял самостоятельность, оперативно устранял / не устранял вовремя выявленные замечания к работе.

Опционально:

Дополнительно прилагаю отзывы консультанта (положительный / с замечаниями / отрицательный), внешней организации (положительный / с замечаниями / отрицательный).

Рекомендую положительно аттестовать / не аттестовать обучающегося.

Руководитель производственной
практики,
ученое звание
ученая степень

ФИО

/ подпись

/

Санкт-Петербургский государственный университет
Искусственный интеллект и наука о данных

Фамилия Имя Отчество

Тема практики

Отчёт о прохождении производственной практики (проектно-технологической)

Научный руководитель:

Учёная степень, должность, И.О. Фамилия

Консультант:

Учёная степень, организация, должность, И.О. Фамилия

Санкт-Петербург
год

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению практик (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ)

Лица, допущенные к проведению практики	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Координатор практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Руководитель практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Научный руководитель/директор клиники	Высшее техническое
• Директор ресурсного центра Научного парка	Высшее техническое
Представители работодателей (ИС Партнер) (определяются актуальным оглашением/договором)	
• Руководитель практики	Высшее техническое
• Куратор	Высшее техническое
• Иные	Высшее техническое

3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ (уточняется в профильном управлении))

☐ да ☒ нет

(указать, какой персонал, если ответ «да»)

Учебно-вспомогательный и (или) иной персонал	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Тьютор	
• Специалист клиники	
• Специалист ресурсного центра Научного парка	
• Иные	

3.3. Материально-техническое обеспечение (указать перечень оборудования)

В компьютерных аудиториях необходимо наличие современных рабочих станций.

☐ отметить, если предусмотрено прохождение практики на модернизированном в течение последних пяти лет научном оборудовании с использованием актуального специализированного программного обеспечения и др. средств

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может быть задействовано оборудование РЦ ВЦ СПбГУ: Ферма виртуальных вычислителей на базе вычислительного комплекса HP — Вычислительный комплекс на базе 4 шасси HP BLc7000, 60 блейд-серверов HP BL460c G6(32),G7(28). В составе узла 2 (два процессора) Intel Xeon 5675, 12 ядер, 96 GB оперативной памяти, 8 портов InfiniBand 4X QDR со скоростью 40 Гб/с, 8 портов virtual connect 10 Гбит/с ethernet.

Оборудование РЦ предполагается использовать в случае наличия необходимых для выполнения работы расходных материалов, исправности оборудования, наличия штатного специалиста и при текущей загрузке оборудования менее 70 %. Подробный план-график исследований в РЦ ВЦ, включающий виды и объем исследований, должен

согласовываться руководителем практики с директором ресурсного центра не менее чем за месяц до начала практики. Ограничить численность обучающихся при посещении РЦ.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может потребоваться доступ к любой реализации MPI версии 2, включая открытые, установленной на вычислителях РЦ ВЦ СПбГУ.

3.3.5 Перечень, объемы и характеристики требуемых расходных материалов Требования отсутствуют. При необходимости для прохождения практики расходные материалы обеспечиваются самими студентами в индивидуальном порядке.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

Не предусмотрен.

3.4.3 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Раздел 4. Разработчик (-и) программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Луцев Дмитрий Вадимович	к.ф.-м.н.		доцент	d.lutsiv@spbu.ru
Сартасов Станислав Юрьевич			старший преподаватель	stanislav.sartasov@spbu.ru
Литвинов Юрий Викторович	к.т.н.		старший преподаватель	y.litvinov@spbu.ru
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Интерпретируемый искусственный интеллект (на английском языке)
Interpreted Artificial Intelligence (in English)**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074337

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов представлений о современных методах интерпретации моделей машинного обучения. В рамках дисциплины обсуждаются особенности оценивания и использования объясняющих систем, какие у них есть ограничения и еще открытые вопросы. На семинарах студенты получают навык построения объясняющих моделей и систем, познакомятся с реализациями актуальных методов. После прохождения данного курса студенты должны уметь разрабатывать модели и интерпретировать их с учётом этических, культурных и социальных особенностей внедрения подобных систем.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках бакалаврской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

The aim of the discipline is to provide students with an understanding of current methods for interpreting machine learning models. The discipline discusses the characteristics of evaluation and use of explanatory systems, what their limitations are and open questions. In seminars, students will gain skills in constructing explanatory models and systems, and become familiar with implementations of current methods. After completing this course, students should be able to develop models and interpret them taking into account the ethical, cultural and social features of implementing such systems.

The aims, objectives, content of the discipline, forms of interaction and content of control activities, as well as other aspects of the discipline and related aspects of the learning process, including the content, process and forms of attestation of the discipline may, at the discretion of the teacher, be adapted in an attempt to take into account partly or completely the individual aims and objectives of the training within the bachelor programme of each student and/or group/subgroup of students, as well as individual and/or group characteristics of students.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: имеет представление о принципах проектной работы, умеет программировать.

In order to maximise the effectiveness of the programme, the following conditions need to be met: has an understanding of the principles of project work, and is able to program.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: принципы работы современных информационных технологий и программных средств Уметь: использовать при решении задач современные информационные технологии и программные средства	ОПК-2.3 Понимает принципы работы современных информационных технологий и программных средств
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с	Знать: этические, культурные и социальные особенности внедрения компонентов и методов, используемых в системах с машинным обучением	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением

применением технологий и систем искусственного интеллекта	Уметь: анализировать этические, культурные и социальные ограничения моделей машинного обучения	информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: классы решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта; основные параметры идентификации задач искусственного интеллекта: назначение, сфера применения, виды используемых знаний, временные аспекты решения задач Уметь: определять принадлежность проблемной области к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры идентификации задач систем искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные критерии качества систем искусственного интеллекта, методы и инструментальные средства тестирования работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта Уметь: проводить тестирование работоспособности и качества функционирования систем искусственного интеллекта и проверять выполнение требований к системам искусственного интеллекта со стороны пользователя	ПКП-4-ИИР-ПК-2.3. Проводит тестирование систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: методы и критерии оценки качества моделей машинного обучения и их интерпретируемости Уметь: определять критерии и метрики оценки результатов моделирования при построении систем искусственного интеллекта в исследуемой области	ПКП-5-ИИР-ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

An interactive form of study sessions (10 hours per semester) consists of a class discussion on a topic that you have studied independently and an academic discussion on it.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 6	16	14		14					2				54		8		10	3
	1-25	1-25		1-25					1-25				1-1		1-1			
О	16	14		14					2				54		8			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 6			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВВЕДЕНИЕ В ИНТЕРПРЕТИРУЕМЫЙ ИИ	лекции	2
		семинары	3
		практические занятия	2
		сам. работа по методическим материалам	10
II.	ИНТЕРПРЕТИРУЕМОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	лекции	4
		семинары	3
		практические занятия	3
		сам. работа по методическим материалам	10
III.	ИНТЕРПРЕТИРУЕМОЕ МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ: POST-НОС ОБЪЯСНЕНИЯ	лекции	4
		семинары	3
		практические занятия	3
		сам. работа по методическим материалам	10
IV.	ОБЪЯСНЕНИЯ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ	лекции	4
		семинары	3
		практические занятия	3
		сам. работа по методическим материалам	12
V.	ОГРАНИЧЕНИЯ ИНТЕРПРЕТИРУЕМОГО ИИ	лекции	2
		семинары	2
		практические занятия	3
		сам. работа по методическим материалам	12
VI.	Промежуточная аттестация	зачет	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	8

Тема 1. Введение в интерпретируемый ИИ. Объяснимый искусственный интеллект (XAI). Определения, области применения, решаемые задачи. Принципы XAI

Тема 2. Интерпретируемое машинное обучение: основные понятия. Интерпретируемое машинное обучение (IML). Типы объяснений. Классификация методов. Интерпретируемые методы: регрессия, деревья решений, модели, основанные на правилах.

Тема 3. Интерпретируемое машинное обучение: post-hoc объяснения. Основные методы IML. Глобальные и локальные объяснения. LIME, SHAP, контр-примеры, оценивание важности признаков, PDP, ICE-графики, влиятельные примеры

Тема 4. Объяснения в нейронных сетях. Особенности интерпретации моделей глубокого обучения. Выявление признаков. Извлечение правил. Состязательные примеры (adversarial examples). Объяснения при классификации изображений, Saliency Maps. Объяснения в NLP

Тема 5. Ограничения интерпретируемого ИИ. Особенности и ограничения применения методов. Оценивание качества методов. Принятие решений на основе XAI, смещение при принятии решений. Практика применения XAI.

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

№ п/п	Subject	Studying type	Amount of hours
I.	INTRODUCTION TO INTERPRETIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Lectures	2
		Seminars	3
		Practical training	2
		Independent work with methodical materials	10
II.	INTERPRETIVE MACHINE LEARNING:	Lectures	4

	BASIC CONCEPTS	Seminars	3
		Practical training	3
		Independent work with methodical materials	10
III.	INTERPRETIVE MACHINE LEARNING: POST-HOC EXPLANATIONS	Lectures	4
		Seminars	3
		Practical training	3
		Independent work with methodical materials	10
IV.	EXPLANATIONS IN NEURAL NETWORKS	Lectures	4
		Seminars	3
		Practical training	3
		Independent work with methodical materials	12
V.	LIMITATIONS OF INTERPRETIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Lectures	2
		Seminars	2
		Practical training	3
		Independent work with methodical materials	12
VI.	Final test	Consultation	2
		Final test (independent work)	8

Topic 1: Introduction to Interpretive AI. Explainable Artificial Intelligence (XAI). Definitions, applications, problems to be solved. Principles of XAI

Topic 2: Interpretive Machine Learning: fundamental concepts. Interpretive machine learning (IML). Types of explanations. Classification of methods. Interpreted methods: regression, decision trees, rule-based models.

Topic 3: Interpretive Machine Learning: post-hoc explanations. Basic IML methods. Global and local explanations. LIME, SHAP, counter-examples, feature importance estimation, PDP, ICE-graphs, influential examples.

Topic 4: Neural Network Explanations. Peculiarities of Interpretation of Deep Learning Models. Feature extraction. Rule elicitation. Adversarial examples. Explanations for image classification, Saliency Maps. Explanations in NLP.

Topic 5: Limitations of interpretive AI. Features and limitations of the methods. Evaluating the quality of the methods. Decision making based on XAI, decision making bias. The practice of applying XAI.

Depending on the preparedness of the group, the individual or group needs of the students, the composition and content of the topics and the distribution of hours between topics, types and forms of study sessions may be modified in part or in full at the discretion of the teacher.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

Successful mastering of the discipline is possible through attending seminars, participation in the discussion of the issues under consideration, independent work, including reading special literature on the sections of the topic, performing tasks on a given topic, the application of the studied skills in practical classes. As a result, a final project on professional communication should be presented to the students, designed in accordance with all the requirements, and its public defence should be carried out.

The discipline can be delivered remotely using ICT.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Independent work of the learner, as a type of activity, stimulating activity, independence, cognitive interest in order to find the necessary information, acquire knowledge, use this knowledge to solve educational, scientific and professional problems, is an important component of the educational process. The time allocated for independent work should be used by students for the fullest mastering of the discipline. Consequently, the organisation of effective extracurricular independent work in the learning process requires, on the one hand, the creation of conditions designed to ensure the rational and systematic management of learning activities taking place in the absence of a teacher, and the careful preparation of a textbook and a number of teaching aids, provided with methodological guidelines, on the other hand.

The role of the teacher in the organisation of independent work is to coordinate the actions of students in mastering the discipline, in methodological and organisational support of the learning process. Interaction between the teacher and the student is carried out in the form of consultations, both face-to-face and remote, using modern social networks to organise students' independent work. Teachers also assist students in planning and organising their independent work.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме защиты итогового проекта, выполняемого индивидуально. Задание представляет собой построение модели машинного обучения. Данные выбираются либо из списка, предоставленного преподавателем, либо предлагаются самостоятельно и согласовываются с преподавателем. На основе данных студентам необходимо построить предсказательную модель. Проект обязательно включает все методы, изученные на лекциях и практических занятиях: выбор итоговой модели; исследование того, какие переменные оказывают наибольшее влияние на модель (глобальная интерпретация); исследование предсказания на конкретном примере (локальная интерпретация); оценивание качества объяснения. После представления проекта студенту задаются 3 уточняющих вопроса по проекту.

Защита проекта оценивается в соответствии со следующими критериями:

Построена предсказательная модель машинного обучения	10 баллов

Отчет включает исследование влиятельных переменных	25 баллов
Отчет включает исследование предсказания на конкретном примере	25 баллов
Отчет включает оценивание качества объяснения и выводы	25 баллов
Даны ответы на дополнительные вопросы по проекту	5 баллов за каждый вопрос

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине. Зачет выставляется при получении не менее 50 баллов.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

Intermediate assessment takes the form of a defence of the final project, which is carried out individually. The task is to build a machine learning model. The data are either chosen from a list provided by the teacher or proposed by the students and agreed upon by the teacher. Based on the data, students need to build a predictive model. The project necessarily includes all the methods studied in lectures and practical classes: selecting the final model; investigating which variables have the greatest impact on the model (global interpretation); investigating the prediction on a specific example (local interpretation); and evaluating the quality of the explanation. After the presentation of the project, the student is asked 3 clarifying questions about the project.

The defence of the project is assessed according to the following criteria:

A predictive machine learning model is built	10 points
The report includes research on influential variables	25 points
The report includes a case study of the prediction	25 points
The report includes a case study of the prediction	25 points
Answers to further questions on the project are provided	5 points for each question

The maximum number of points a student may receive for the course studied is 100 points. The above grades indicate the maximum points a student may receive for a particular performance indicator, from those accepted in the discipline. Credit is awarded if at least 50 points are obtained.

The following interrelationship of grading scales is used to determine the final grade:

Final course mastering percentage, %	ECTS mark	Evaluation when carrying out the credit
90 – 100	A	excellent
80–89	B	good
70–79	C	
61–69	D	satisfactory
50–60	E	
less 50	F	unsatisfactory

The teacher has the right to provide information about the student's debts to the Attestation Commission.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнять указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

During the semester, the student must follow the teacher's instructions for the various types of work and preparation for the examination.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.3 Понимает принципы работы современных информационных технологий и программных средств	Защита итогового проекта: ответы на вопросы.
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Защита итогового проекта: демонстрация предсказательной модели машинного обучения; текст отчёта; ответы на вопросы.
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области	Защита итогового проекта: демонстрация предсказательной модели машинного обучения; текст отчёта; ответы на вопросы.
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.3. Проводит тестирование систем искусственного интеллекта	Защита итогового проекта: демонстрация предсказательной модели машинного обучения; ответы на вопросы.
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.2. Определяет метрики оценки результатов моделирования и критерии качества построенных моделей	Защита итогового проекта: демонстрация предсказательной модели машинного обучения; текст отчёта; ответы на вопросы.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта

□ **Формируется дисциплиной.**

✓ **Развивается дисциплиной.**

□ **Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.**

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач

□ **Формируется дисциплиной.**

✓ **Развивается дисциплиной.**

□ **Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.**

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примеры данных и формулировок задач для итогового проекта

1. Данные о нажатиях пользователей на сайте: User click data, <http://recsys.yoochoose.net/challenge.html>. Необходимо предсказать, совершит ли пользователь покупку
2. Записи физической активности в течение дня: Simplified Human Activity Recognition w/Smartphone, <https://www.kaggle.com/mboaglio/simplifiedhuarus#train.csv>. Необходимо предсказать тип активности по данным сенсора
3. Данные о прокате велосипедов: Los Angeles Metro Bike Share Trip Data, <https://www.kaggle.com/cityofLA/los-angeles-metro-bike-share-trip-data#metro-bike-share-trip-data.csv>
4. Данные о покупках в продуктовом магазине: Orders data, <https://www.kaggle.com/karthickveerakumar/orders-data>. Нужно предсказать объем покупок
5. Данные о записи в парикмахерскую: Hair Salon No-Show Dataset, https://www.kaggle.com/frederickferguson/hair-salon-no-show-data-set#hair_salon_no_show_wrangled_df.csv. Нужно предсказать, придет ли клиент по записи
6. Данные о собеседованиях с кандидатами: The Interview Attendance Problem, <https://www.kaggle.com/vishnusraghavan/the-interview-attendance-problem>. Нужно предсказать, придет ли кандидат на собеседование
7. Данные о профилях пользователей Twitter: Twitter User Gender Classification, <https://www.kaggle.com/crowdflower/twitter-user-gender-classification>. Нужно предсказать пол пользователя по имеющейся информации

Проверяемые компетенции: Все

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

Examples of data and task statements for the final project

1. User click data on the website: User click data, <http://recsys.yoochoose.net/challenge.html>. Predict whether the user will make a purchase
2. Recording physical activity throughout the day: Simplified Human Activity Recognition w/Smartphone, <https://www.kaggle.com/mboaglio/simplifiedhuarus#train.csv>. Need to predict type of activity from sensor data
3. Bicycle rental data: Los Angeles Metro Bike Share Trip Data, <https://www.kaggle.com/cityofLA/los-angeles-metro-bike-share-trip-data#metro-bike-share-trip-data.csv> 11
4. Grocery shop shopping data: Orders data, <https://www.kaggle.com/karthickveerakumar/orders-data>. Predict the volume of purchases

5. Hair salon appointment data: Hair Salon No-Show Dataset, https://www.kaggle.com/frederickferguson/hair-salon-no-show-dataset#hair_salon_no_show_wrangled_df.csv You need to predict whether a client will come by appointment
6. Candidate Interview Data: The Interview Attendance Problem, <https://www.kaggle.com/vishnusraghavan/the-interview-attendance-problem>. Need to predict whether a candidate will come for an interview
7. Twitter user profile data: Twitter User Gender Classification, <https://www.kaggle.com/crowdflower/twitter-user-gender-classification>. We need to predict the gender of a user based on the information available

Checked competences: All

Intermediate and ongoing assessments can be carried out remotely using ICT.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

A questionnaire is used to assess the content and quality of the learning process by students in accordance with the methodology and timetable approved in the prescribed manner.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

Lectures should be delivered by lecturers with a doctoral or PhD degree (including a PhD that has passed the established procedure of recognition and establishment of equivalence) and/or the academic title of professor or associate professor, as well as the main and leading specialists in the field. Postgraduate students (under the supervision of an academic supervisor) are permitted to undertake teaching practice.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

A specialist from the Office of Information Technology Services is required for the maintenance of computers, multimedia equipment and user software support.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Требуется компьютерный класс. Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

A computer lab is required. Classrooms for training sessions equipped with standard equipment used for training at SPbU in accordance with logistical requirements.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

A computer with software for working with slides in PDF, PPT, PPTX formats and a connected multimedia projector with a screen are needed to show the slides.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

Not required.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

Not required.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

For classrooms with whiteboards, 5 erasable markers are needed. For classrooms with chalk boards, 15 pieces of chalk are needed.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Samek W. et al. (ed.). Explainable AI: interpreting, explaining and visualizing deep learning. – Springer Nature, 2019. – Т. 11700.
2. Gianfagna L., Di Cecco A. Explainable AI with Python. – Berlin/Heidelberg, Germany : Springer, 2021. – С. 1-202.
3. Agarwal S., Mishra S. Responsible AI: Implementing Ethical and Unbiased Algorithms. – Springer, 2021. – С. 1-177.
4. Molnar C., Casalicchio G., Bischl B. Interpretable machine learning—a brief history, state-of-the-art and challenges //Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. – Springer, Cham, 2020. – С. 417-431.
5. Arrieta A. B. et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI //Information fusion. – 2020. – Т. 58. – С. 82-115.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Molnar C. Interpretable machine learning
<https://christophm.github.io/interpretable-ml-book/>
2. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
3. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
4. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
5. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
6. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
7. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	mva@dscs.pro

Developer	Academic degree	Academic title	Job title	Contacts
Abramov Maxim Viktorovich	PhD in Technical Sciences		Associate Professor	mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Вероятностные графические модели (на английском языке)
Probabilistic Graphical Models (in English)**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074339

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Обучение методам теоретической информатики; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; подготовка к восприятию других дисциплин в области информатики и искусственного интеллекта; подготовка обучающихся к участию в проектировании и разработке информационных систем с байесовской интеллектуальной компонентой. Обучающиеся должны овладеть навыками применения объектов и результатов базовых теорий для описания и исследования объектов в теории вероятностных графических моделей, а именно алгебраических байесовских сетей (АБС) и байесовских сетей доверия (БСД), а также овладеть системой понятий, результатов и алгоритмов, формирующих теорию указанных видов байесовских сетей. Кроме того, обучающиеся должны подготовиться к изучению других видов вероятностных графических моделей: скрытых марковских моделей, динамических байесовских сетей, тропинчатых моделей, стохастических булевых сетей.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках бакалаврской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

Teaching theoretical computer science methods; developing students' evidential, logical thinking; preparing them to perceive other disciplines in computer science and artificial intelligence; preparing students to participate in the design and development of information systems with a Bayesian intelligence component. Trainees should master the application of objects and results of basic theories to describe and research objects in the theory of probabilistic graphical models, namely algebraic Bayesian networks (ABN) and Bayesian trust networks (BTN), as well as master the system of concepts, results and algorithms that form the theory of the mentioned types of Bayesian networks. In addition, students should be prepared to study other types of probabilistic graphical models: Hidden Markov Models, Dynamic Bayesian Networks, Path Models, Stochastic Boolean Networks.

The aims, objectives, content of the discipline, forms of interaction and content of control activities, as well as other aspects of the discipline and related aspects of the learning process, including the content, process and forms of attestation of the discipline may, at the discretion of the teacher, be adapted in an attempt to take into account partly or completely the individual aims and objectives of the training within the bachelor programme of each student and/or group/subgroup of students, as well as individual and/or group characteristics of students.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

In order to maximise the effectiveness of the programme, the student should have basic programming skills in a high-level language, mathematics and an understanding of the principles of project work and database management systems.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины

Результатами обучения являются следующие практические знания, умения и навыки:

знания	• комплекса релевантных элементов базовых теорий (теории вероятности и математической статистики, линейной алгебры, теории оптимизации, теории графов, вероятностной логики, интервальной математики); • иерархии структур алгебраических байесовских сетей и байесовских сетей доверия как вероятностных графических моделей; • системы видов вывода в указанных байесовских сетях (проверки и поддержания непротиворечивости, априорного вывода, апостериорного вывода и др.); • системы алгоритмов, реализующих указанные виды вывода, а также свойств результатов вывода и объектов, использованных в разработке таких алгоритмов; • подходов к автоматизации синтеза байесовских сетей (машинного обучения байесовских сетей);
умения	• открытые вопросы теории байесовских сетей и родственных моделей. • применять байесовские сети для моделирования систем знаний о предметной

области;

- доказывать математические утверждения из теории байесовских сетей;
 - проектировать комплексы программ и(или) их компоненты с интеллектуальной составляющей, основанной на использовании байесовских сетей.
- навыки**
- применения прикладных программных библиотек, реализующих операции и объекты, относящиеся к релевантным разделам базовых теорий;
 - применения прикладных программных библиотек и(или) комплексов программ, реализующих представления байесовских сетей и алгоритмы их обработки, представленных в соответствующих теориях;
 - взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Глубоко разбираться в содержании дисциплины «Вероятностные графические модели». Уметь ориентироваться в информационных источниках по проблематике байесовских сетей. Владеть способами применения теоретических знаний и изученных прикладных программных библиотек в проектировании и разработки комплексов программ.

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: классы задач искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных

искусственного интеллекта	(рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	компонентов систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops Уметь: сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

В качестве активных форм обучения предполагается презентация докладов обучающимися, решение задач с последующим обсуждением в аудитории, презентация программных проектов, в которых применяются байесовские сети или в которых реализуются изучаемые алгоритмы, разного масштаба. В качестве интерактивных форм обучения предлагаются дискуссии по изучаемому во время лекции материалу, обсуждение представленных в аудитории докладов и проектов, обмен мнениями по активным исследованиям в области байесовских сетей и родственных вероятностных графических моделей. Кроме того, в зависимости от подготовки учебной группы развивающие задания, проверочные и контрольные работы также могут выполняться в командной или проектной форме, что является еще одной интерактивной формой учебных занятий. При высоком уровне подготовки учебной группы, обеспеченностью учебником и учебными пособиями, а также доступом к отечественным и зарубежным коллекциям полных текстов научных публикаций по тематике дисциплины по усмотрению преподавателя активная и (или) интерактивная форма может быть выбрана для любого занятия по дисциплине, в том числе по всем предусмотренным аудиторным (или контактными) занятиям. Общий объем — 10 ак. часов.

Active forms of learning include presentation of reports by students, problem solving followed by discussion in the classroom, presentation of software projects in which Bayesian networks are applied or in which the algorithms under study are implemented, of different scales. Interactive forms of learning include discussions on the material studied during the lecture, discussion of reports and projects presented in the classroom, exchange of views on active research in the field of Bayesian networks and related probabilistic graphical models. In addition, depending on the preparation of the study group, developmental tasks, tests and quizzes can also be carried out in team or project form, which is another interactive form of study session. With a high level of preparation of the study group, the provision of textbooks and manuals, as well as access to domestic and foreign collections of full texts of scientific publications on the subject of the discipline at the discretion of the teacher active and (or) interactive form can be chosen for any lesson in the discipline, including all provided for classroom (or contact) classes. The total volume is 10 academic hours.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
гр 6	16	14		14					2				54		8		10	3
	1-25	1-25		1-25					1-25				1-1		1-1			
О	16	14		14					2				54		8			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
семестр 6			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ЭЛЕМЕНТЫ БАЗОВЫХ ТЕОРИЙ	лекции	2
		семинары	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	10
II.	ФРАГМЕНТ ЗНАНИЙ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ. ЛОКАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫВОДА.	лекции	3
		семинары	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	10
III.	АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ БАЙЕСОВСКИЕ СЕТИ. ГЛОБАЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ ВЫВОДА.	лекции	3
		семинары	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	10
IV.	БАЙЕСОВСКИЕ СЕТИ ДОВЕРИЯ. АЛГОРИТМЫ ИХ ОБРАБОТКИ.	лекции	4
		семинары	2
		практические занятия	3
		по методическим материалам	10
V.	ПРОБЛЕМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ.	лекции	2
		семинары	2
		практические занятия	3
		по методическим материалам	11
VI.	ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ БИБЛИОТЕКИ	лекции	2
		семинары	4
		практические занятия	2
		по методическим материалам	3
VII.	Промежуточная аттестация	зачет	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	8

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Depending on the preparedness of the group, the individual or group needs of the students, the composition and content of the topics and the distribution of hours between topics, types and forms of study sessions may be modified in part or in full at the discretion of the teacher.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий и (или) участию в иных формах контактной работы по выбору преподавателя, а также участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы и анализ других информационных источников по разделам темы, выполнению докладов на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате должен быть представлен индивидуально согласованный результат освоения дисциплины (комплекс презентаций, документов, файлов, программных и (или) теоретических разработок, иных свидетельств учебных и профессиональных достижений). Учитывая динамику развития соответствующих научных, научно-технических и производственных областей, учебно-методический комплекс по дисциплине должен регулярно (ежегодно или чаще) развиваться, обновляться, пополняться и адаптироваться, в том числе, должен быть обеспечен учебником по теоретическим основам дисциплины, а также учебными пособиями по аспектам, разделам дисциплины или их частям; кроме того, должны быть сформированы самостоятельные учебные или учебно-методически пособия с заданиями, задачами, упражнениями, темами проектов и иным обеспечением семинарских и практических занятий, практик, проектов и научно-исследовательской и выпускной квалификационной видов работ.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

Successful mastery of the discipline is possible through attendance at lectures and practical sessions and (or) participation in other forms of contact work at the choice of the teacher, as well as participation in the discussion of the issues addressed, independent work, which includes reading special literature and analysis of other information sources on sections of the topic, performance of reports on a given topic, the application of studied skills in practical classes. The result should be presented individually agreed result of mastering the discipline (a set of presentations, documents, files, software and (or) theoretical developments, other evidence of educational and professional achievements). Taking into account the dynamics of development of relevant scientific, scientific-technical and production fields, the teaching and methodological complex of the discipline should be regularly (annually or more often) developed, updated, supplemented and adapted, including, it should be provided with a textbook on the theoretical basis of the discipline, as well as teaching aids on aspects, sections of the discipline or their parts; besides, independent teaching or learning aids with tasks, tasks, exercises, project themes and other support should be formed

The discipline can be delivered in a distance learning format using ICT.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся.

Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Independent work of the learner, as a type of activity, stimulating activity, independence, cognitive interest in order to find the necessary information, acquire knowledge, use this knowledge to solve educational, scientific and professional problems, is an important component of the educational process. The time allocated for independent work should be used by students for the fullest mastering of the discipline. Consequently, the organisation of effective extracurricular self-study in the learning process requires, on the one hand, the creation of conditions designed to ensure the rational and systematic management of learning activities taking place in the absence of a teacher and the careful preparation of a textbook and a range of teaching aids, provided with methodological guidelines, on the other hand.

The role of the teacher in the organisation of independent work is to coordinate the actions of students in mastering the discipline, in methodological and organisational support of the learning process. Interaction between the teacher and the student is carried out in the form of consultations, both face-to-face and remote, using modern social networks to organise students' independent work. Teachers also assist students in planning and organising their independent work.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта, 4) прохождение теста. Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 21 баллов. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Посещение занятий и активная работа на них	19 баллов
Выполнение самостоятельных работ, готовность к занятиям	12 баллов
Итоговый проект	64 балла
Тест	5 баллов

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищён доклад	64 балла
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	42 балла
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	26 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

Intermediate assessment takes the form of project presentations and also takes into account the performance of the course participants during the semester. Assessment criteria are formed on the basis of these indicators: 1) attendance and work in classes, 2) performance of independent work using methodological materials, readiness for classes, 3) development and defence of own project, 4) passing the test. Rules of project defence (presentation and oral report preparation) are given in one of the classes during the reading of the discipline, deviation from these rules leads to reduction of points for presentation and oral report from 1 to 21 points. The teacher has the right to add additional points for outstanding achievements of the student.

Distribution of points by activity:

Attendance and active participation in classes	19 points
Completion of homework, preparedness for class	12 points
Final project	64 points
Test	5 points

The final project is assessed according to the following criteria:

The project was completed, the text of the report is submitted, a presentation on the project was made and defended	64 points
The project was fully implemented, the text of the report is submitted, a presentation on the project was made, but no oral report was presented	42 points
The project was completed in full, but only the text of the report is presented	26 points
In other cases	0 points

The maximum number of points a student may receive for the course studied is 100 points. The above grades indicate the maximum points a student may receive for a particular performance indicator, from those accepted in the discipline. Credit is awarded if at least 50 points are obtained.

The following interrelationship of grading scales is used to determine the final grade:

Final course mastering percentage, %	ECTS mark	Evaluation when carrying out the credit
90–100	A	excellent
80–89	B	good
70–79	C	
61–69	D	satisfactory
50–60	E	
less 50	F	unsatisfactory

The teacher has the right to provide information about the student's debts to the Attestation Commission.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

During the semester, the student must follow the teacher's instructions for the various types of work and preparation for the examination.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания,

		кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Подготовка финального проекта, текста и презентации к нему
2	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Подготовка моделей финального проекта
3	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Подготовка текста отчёта финального проекта
4	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Подготовка моделей финального проекта
5	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Подготовка текста отчёта финального проекта

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

Дисциплина способствует **формированию** следующих компетенций:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примеры вопросов для тестирования.

Пример задания для самостоятельных работ с использованием методических материалов

1. Чтение литературы. К прочтению предлагается учебник «Тулупьев А.Л., Николенко С.И., Сироткин А.В. Основы теории байесовских сетей учебник. Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2019 год, 399 с.»
2. Установить GeNIe. Построить байесовскую сеть доверия, которая поможет оценить вероятность трудоустройства студента (обсуждалась на первой паре). Все переменные считаем бинарными. Можно воспользоваться tutorиалом, доступным по прикрепленной ссылке.
3. Построить байесовскую сеть доверия, которая поможет оценить интенсивность рискованного поведения. Все переменные можно дискретизировать. Можно воспользоваться tutorиалом, доступным по прикрепленной ссылке. Ссылка на пошаговую инструкцию: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/hello.html>.

Пример задания для итогового проекта

Необходимо выбрать тему и в рамках этой темы построить необходимые оценки при помощи байесовской сети доверия. Лучшее решение – построить небольшую, но демонстрирующую необходимое байесовскую сеть доверия из 5-12 узлов. Для построения необходимо использовать GeNIe. Ссылка на пошаговую инструкцию: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/hello.html>. Сформировать текстовый отчет и презентацию с описанием реализованной байесовской сети доверия. Сделать устный доклад.

Примерный список вопросов для проверки компетенций.

1. Декомпозируемость системы знаний. Фрагменты знаний. Базы фрагментов знаний. Математические модели фрагментов знаний. Математические модели баз фрагментов знаний. Вероятностные графические модели, логико-вероятностные графические модели. Задачи логико-вероятностного вывода и задачи автоматического обучения.
2. Пропозиции-атомы, пропозиции-кванты, пропозиции-конъюнкты, пропозиции-дизъюнкты. Индексация указанных классов пропозиций. Идеал конъюнктов, идеал дизъюнктов. Литерал (аргументное место). Теорема о совершенной нормальной дизъюнктивной форме. Факторизация пространства пропозициональных формул по отношению эквивалентности. Канонический представитель класса эквивалентности.
3. Элементы классической теории вероятностей. Вероятностное пространство, конечное пространство исходов. Алгебра событий, база алгебры событий, дискретная плотность вероятности. Вероятность. Алгебра событий — булева алгебра. Смесь распределений. Формула Мёбиуса. Неизмеримые события, внутренняя мера вероятности и внешняя мера вероятности. Условная вероятность. Независимость и условная независимость. Теорема Байеса. Формула полной вероятности.
4. Определение вероятности истинности пропозициональной формулы с помощью возможных миров.
5. Упрощенная структура вероятностной логики по Н. Нильссону.
6. Структура вероятностной логики по Хальперну, Фейгину и Меджидо.
7. Случайный бинарный (булев) элемент. Случайная бинарная (булева) последовательность. Композиция распределений случайных бинарных последовательностей. Неединственность композиции. Операция композиции и условная независимость.
8. Меры доверия. Вероятность истинности как мера доверия. Интервальные оценки меры доверия.
9. Прямое произведение и степень матриц. Определение матриц I_n и J_n , их свойства и взаимосвязь.

10. Задачи линейного и гиперболического программирования (определение, основные элементы). Библиотеки для решения задач линейного программирования.
11. Граф. Дерево. Цепь. Основные семейства узлов графа. Граф смежности, дерево смежности, цепь смежности. Максимальный и минимальный граф смежности, их свойства. Дерево клик. Дерево сочленений.
12. Построение максимального графа смежности. Алгоритмы перебора минимальных графов смежности. Визуализация графов смежности. Метрики на минимальных графах смежности.
13. Направленный граф. Ациклический направленный граф. Виды односвязных направленных графов; многосвязные ациклические направленные графы. Моральный граф. Триангуляция морального графа. Построение по моральному графу дерева смежности и дерева сочленений.
14. Библиотека JGraph (можно охарактеризовать любую другую обладающую достаточными возможностями бесплатно доступную библиотеку, реализующую представление графов, их визуализацию и операции над ними).
15. Представление в программном коде идеалов конъюнктов и наборов квантов. Представление дерева смежности в реляционной базе данных.
16. Представление в реляционной базе данных идеалов конъюнктов и наборов квантов с атрибутами. Представление дерева смежности в программном коде.
17. Фрагмент знаний алгебраической байесовской сети. Определение и возможные операции. Скалярные и интервальные оценки вероятности истинности. Диаграммы Хассе и сокращенные обозначения. Альтернативные математические модели фрагментов знаний.
18. Непротиворечивость фрагмента знаний алгебраической байесовской сети. Связь вероятностей квантов и конъюнктов, соответствующие матрично-векторные уравнения. Алгоритмы проверки и поддержания его непротиворечивости. Согласованность (непротиворечивость), согласуемость, несогласованность (противоречивость) исходных оценок истинности. Вероятностная семантика фрагмента знаний.
19. Виды свидетельств в теории алгебраических байесовских сетей и их обработка. Вероятностная семантика свидетельства в теории алгебраических байесовских сетей.
20. Линейная комбинация непротиворечивых фрагментов знаний. Линейная оболочка непротиворечивых фрагментов знаний. Линейные комбинация и оболочка в задачах поддержки принятия решений. Накрывающая непротиворечивость, неединственность линейной оболочки противоречивых фрагментов знаний.
21. Локальный априорный вывод в теории алгебраических байесовских сетей и чувствительность его результатов. Соответствующие матрично-векторные уравнения. Расширенный фрагмент знаний. Алгоритм построения СДНФ пропозициональной формулы по ее записи в виде строки.
22. Непротиворечивость и локальный априорный вывод в альтернативных моделях фрагмента знаний, где носителем выступает идеал дизъюнктов и набор квантов. Соответствующие матрично-векторные уравнения.
23. Две задачи апостериорного вывода в теории алгебраических байесовских сетей. Вид свидетельств и результаты апостериорного вывода. Вероятностная семантика апостериорного вывода в случае детерминированного свидетельства, поступающего во фрагмент знаний со скалярными оценками истинности. Особые случаи.
24. Локальный апостериорный вывод в случае детерминированного свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.
25. Локальный апостериорный вывод в случае стохастического свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.

26. Локальный апостериорный вывод в случае неточного свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.
27. Алгоритм распространения виртуального свидетельства при исходном стохастическом свидетельстве и скалярных априорных оценках в алгебраической байесовской сети. Вероятностная семантика этого алгоритма.
28. Алгоритм распространения виртуального свидетельства при исходном неточном свидетельстве и интервальных априорных оценках в алгебраической байесовской сети. Вероятностная семантика этого алгоритма (получение накрывающих, а не точных оценок).
29. Структура алгебраической байесовской сети и апостериорный вывод.
30. Вероятностная семантика циклов смежности в алгебраических байесовских сетях. Преобразование циклов смежности. Проверка непротиворечивости и другие виды логико-вероятностного вывода в циклах смежности.
31. Степени непротиворечивости алгебраической байесовской сети. Степени непротиворечивости и структура алгебраической байесовской сети. Алгоритмы проверки и поддержания алгебраической байесовской сети.
32. Ациклические алгебраические байесовские сети: особенности структуры, вероятностной семантики и алгоритмов логико-вероятностного вывода.
33. Глобальный априорный вывод в ациклической алгебраической байесовской сети со скалярными априорными оценками и глобальный апостериорный вывод с детерминированными свидетельствами — взаимосвязь алгоритмов указанных видов логико-вероятностного вывода.
34. Непротиворечивость результатов локального апостериорного вывода. Возможности сокращения расчетов в локальном апостериорном выводе при поступлении детерминированного свидетельства. Согласованность результатов апостериорного вывода в цепи смежности из двух фрагментов знаний со скалярными априорными оценками при поступлении либо детерминированного, либо стохастического свидетельства в один из них.
35. Байесовская сеть доверия: два определения, их эквивалентность, вероятностная семантика сети. Случайные бинарные (булевы) элементы, случайные бинарные (булевы) последовательности, случайные многозначные элементы, случайные многозначные последовательности в узлах байесовской сети доверия.
36. Различные виды структуры байесовских сетей доверия. Преобразование байесовской сети доверия в дерево смежности. Марковская эквивалентность в байесовских сетях доверия.
37. Семантически эквивалентный образ байесовской сети доверия (со структурой цепи, дерева и полидерева) в виде алгебраической байесовской сети.
38. Семантически эквивалентный образ байесовской сети доверия (с многосвязной структурой) в виде алгебраической байесовской сети.
39. Алгоритм первичной пропагации в байесовской сети доверия (со структурой цепи, дерева и полидерева).
40. Алгоритм первичной пропагации в байесовской сети доверия (с многосвязной структурой)
41. Компаративный анализ вероятностной семантики ациклических алгебраических байесовских сетей и байесовских сетей доверия.
42. Направленный цикл в байесовской сети доверия. Алгоритмы его преобразования. Несуществование БСД-исчисления, допускающего обработку направленного цикла при сохранении классической вероятностной семантики байесовской сети доверия. Примеры.

43. Компаративный анализ вероятностной семантики направленного цикла в байесовской сети доверия и цикла смежности в алгебраической байесовской сети. Алгоритмы проверки непротиворечивости указанных объектов.
44. Вероятностная семантика линейных и циклических паттернов в байесовских сетях.
45. Различные алгоритмы генерации случайных бинарных последовательностей в алгебраических байесовских сетях и байесовских сетях доверия. Сэмплирование (генерация выборок) по Гиббсу. Стохастические алгоритмы логико-вероятностного вывода в байесовских сетях доверия. Связь этих алгоритмов с выводом в марковских сетях и стохастических булевских сетях.
46. Задачи автоматического обучения в вероятностных графических моделях: общая характеристика, постановка и примеры.
47. Сопряженные распределения (бета-распределение и распределение Дирихле) в задаче локального автоматического обучения байесовских сетей доверия и алгебраических байесовских сетей.
48. Обучение локальной структуры в байесовских сетях доверия.
49. Обучение глобальной структуры в байесовских сетях доверия.
50. Обучение глобальной структуры в алгебраических байесовских сетях. Перебор минимальных графов смежности. Особенности соответствующих алгоритмов и результатов.
51. Алгебраические байесовские сети в синтезе непротиворечивых баз фрагментов знаний по неполным, неточным, нечисловым данным.
52. Тропинчатые модели (path models).
53. Принципы Райхенбаха. Типы причинно-следственных связей.
54. Подход Райта к причинно-следственным моделям, принципы декомпозиции Райта.
55. Примеры приложений байесовских сетей и других вероятностных и логико-вероятностных графических моделей.
56. Марковские модели, модель Изинга. Сэмплирование (генерация выборки) по Гиббсу.
57. Стохастические булевы сети; булевы сети и клеточные автоматы. Индексация одномерных клеточных автоматов.
58. Принцип условной независимости в байесовских сетях.
59. Определение потенциала и операции над потенциалами. Потенциалы, условная вероятность и совместная вероятность. Операция маргинализации. Маргинализация и композиция распределений случайных бинарных последовательностей.
60. Сложность перебора структур при автоматическом обучении байесовских сетей доверия. Функционалы, оптимум которых ищется при решении задач автоматического обучения байесовских сетей доверия.

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. Каково определение байесовской сети доверия
 - a. Результат группировки узлов, объединяемых по сходству
 - b. Результат группировки узлов, объединяемых по весу
 - c. * Ациклический направленный граф с тензорами (таблицами) условных вероятностей в узлах
 - d. Множество узлов в графе, равноудаленных от заданного узла-центра
2. Каково определение алгебраической байесовской сети
 - a. Результат группировки точек или объектов, объединяемых по сходству
 - b. Результат группировки точек или объектов, объединяемых по весу
 - c. Ациклический направленный граф с тензорами (таблицами) условных вероятностей в узлах
 - d. * Ненаправленный граф, в вершинах которого находятся идеалы конъюнктов с оценками вероятности истинности каждого элемента идеала.

3. Что такое фрагмент знаний
 - a. Результат группировки точек или объектов, объединяемых по сходству
 - b. Результат группировки точек или объектов, объединяемых по весу
 - c. Ациклический направленный граф с тензорами (таблицами) условных вероятностей в узлах
 - d. * Небольшой набор тесно связанных утверждений о предметной области.
4. Что позволяет инструментарий байесовских сетей доверия
 - a. Принимать решения в условиях с неопределённостью
 - b. Делать предположения о скрытых фактах на основе видимых
 - c. Делать выводы о последствиях на основе известных фактов
 - d. * Всё вышеперечисленное.
5. Что относится к основным составным частям байесовских сетей доверия
 - a. * Узлы, направленные дуги, точечные оценки вероятности
 - b. Узлы, ненаправленные дуги, интервальные оценки вероятности
 - c. Узлы, ненаправленные дуги, точечные оценки вероятности
 - d. Всё вышеперечисленное.
6. Как проявляется марковское свойство в байесовских сетях доверия
 - a. * Если родители означены, то информация об их предках не влияет на вероятность конфигурации потомков
 - b. Если мы знаем, что Нева разлилась, пошёл дождь, прорвало канализационную трубу, то этого нам достаточно, чтобы оценить вероятность того, что ботинки промокли
 - c. Набор интервальных оценок непротиворечив (согласован), если для произвольного элемента при выборе произвольной точки из интервальной оценки в остальных интервалах можно выбрать точки так, что получившийся набор точечных оценок непротиворечив.
 - d. Свойство предметной области, которое позволяет разбивать её на фрагменты знаний.
7. Каким образом при построении байесовской сети доверия можно рассчитать (оценить) вероятности наступления событий
 - a. На основе анализа набора данных
 - b. На основе экспертной оценки
 - c. На основе уравнений, описывающих свойства того или иного объекта
 - d. * Всё вышеперечисленное.
8. Пусть в байесовской сети доверия узел А имеет 2 вероятных значения и 3 родителей, каждый из которых имеет по 3 вероятных значения. Сколько значений вероятности потребуется внести в таблицу условных вероятностей узла А?
 - a. * 54
 - b. 32
 - c. 48
 - d. 8
9. В каком промежутке может лежать вероятность значения случайного элемента в узле байесовской сети доверия:
 - a. [0, 0.1]
 - b. (-1, 1)
 - c. * [0, 1]
 - d. (0, 1)
10. В байесовской сети доверия узлу, у которого есть один родитель или более, сопоставляется
 - a. Таблица вероятностей возможных значений узла
 - b. * Таблица условных вероятностей возможных значений узла
 - c. Универсальное множество
 - d. Всевозможные конфигурации узлов-родителей

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

Examples of test questions.

Example of an assignment for self-study using teaching materials

1. Read the literature. The textbook "Tulupyev A.L., Nikolenko S.I., Sirotkin A.V.

Fundamentals of Bayesian networks theory textbook is offered for reading. St. Petersburg State University Press, 2019, 399 p."

2. Set up a GeNIe. Construct a Bayesian confidence network to help estimate the probability of a student's employment (discussed in the first pair). Consider all variables to be binary. You can use the tutorial available in the attached link.

3. Construct a Bayesian confidence network to help estimate the intensity of risky behaviour. All variables can be discretised. You can use the tutorial available in the attached link. The link to the step-by-step tutorial is: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/hello.html>.

An example of an assignment for a final project

A topic needs to be chosen and within that topic the necessary estimates need to be constructed using a Bayesian trust network. The best solution is to build a small but demonstrating the necessary Bayesian trust network of 5-12 nodes. GeNIe should be used for the construction. Link to step-by-step instructions: <https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/hello.html>. Generate a text report and a presentation describing the implemented Bayesian trust network. Make an oral report.

A sample list of questions for the competence test.

1. Decomposability of the knowledge system. Knowledge fragments. Bases of knowledge fragments. Mathematical models of knowledge fragments. Mathematical models of knowledge fragments bases. Probabilistic graphical models, logical and probabilistic graphical models. Logical and probabilistic inference tasks and automatic learning tasks.

2. Propositions-atoms, propositions-quanta, propositions-conjuncts, propositions-disjuncts. The indexing of the above classes of propositions. The ideal of conjuncts, the ideal of disjuncts. The literal (argumentative place). The perfect normal disjunctive form theorem. Factorization of the space of propositional formulas with respect to equivalence. A canonical representative of the equivalence class.

3. Elements of classical probability theory. Probability space, finite space of outcomes. Event algebra, base event algebra, discrete probability density. Probability. Boolean algebra of events algebra. A mixture of distributions. Mobius formula. Unmeasurable events, internal measure of probability and external measure of probability. Conditional probability. Independence and conditional independence. Bayes' theorem. Complete probability formula.

4. Determining the probability of the truth of a propositional formula using possible worlds.

5. Simplified structure of probabilistic logic by N. Nilsson.

6. The structure of probabilistic logic according to Halpern, Feigin and Mejido.

7. A random binary (Boolean) element. A random binary (Boolean) sequence. Composition of distributions of random binary sequences. Non-independence of composition. The operation of composition and conditional independence.

8. Measures of credibility. Probability of truth as a measure of confidence. Interval estimates of a measure of confidence.

9. The direct product and degree of matrices. Definition of matrices I_n and J_n , their properties and relationship.

10. Linear and hyperbolic programming problems (definition, basic elements). Libraries for solving linear programming problems.

11. Count. Wood. Chain. Basic families of graph nodes. Adjacency graph, adjacency tree, adjacency chain. The maximum and minimum adjacent graph and its properties. The clique tree. The tree of adjacency.

12. Construction of a maximum adjacency graph. Algorithms for brute-force minimal adjacency graphs. Visualization of adjacency graphs. Metrics on minimal adjacency graphs.

13. A directed graph. An acyclic directed graph. Types of single-connected directed graphs; multi-connected acyclic directed graphs. The moral graph. Triangulation of the moral graph. Construct the adjacency tree and the adjacency tree from the moral graph.
14. JGraph library (any other capable free library that implements graph representation, visualisation and operations on graphs can be described).
15. Representation of conjunct ideals and quantum sets in program code. Representation of the adjacency tree in a relational database.
16. Representation of conjunct ideals and quantum sets with attributes in a relational database. Representation of the adjacency tree in program code.
17. Knowledge fragment of an algebraic Bayesian network. Definition and possible operations. Scalar and interval estimates of truth probabilities. Hasse diagrams and abbreviations. Alternative mathematical models of knowledge fragments.
18. Consistency of the knowledge fragment of an algebraic Bayesian network. Relation of quantum and conjunct probabilities, corresponding matrix-vector equations. Algorithms for checking and maintaining its consistency. Consistency (inconsistency), consistency, inconsistency (inconsistency) of initial truth estimates. The probabilistic semantics of a fragment of knowledge.
19. Types of evidence in algebraic Bayesian network theory and its treatment. Probabilistic Semantics of Evidence in Algebraic Bayesian Network Theory.
20. A linear combination of non-contradictory knowledge fragments. Linear envelopment of non-contradictory knowledge fragments. Linear combination and envelopment in decision support problems. Overlapping inconsistency, non-uniqueness of the linear envelope of inconsistent fragments of knowledge.
21. Local a priori inference in the theory of algebraic Bayesian networks and the sensitivity of its results. Corresponding matrix-vector equations. An extended knowledge fragments. An algorithm for constructing an SPNF of a propositional formula from its string notation.
22. Consistency and local a priori inference in alternative knowledge fragment models, where the carrier is an ideal of disjuncts and a set of quanta. Corresponding matrix-vector equations.
23. Two problems of posterior inference in the theory of algebraic Bayesian networks. The type of evidence and the results of posterior inference. The probabilistic semantics of posterior inference in the case of deterministic evidence arriving at a knowledge fragment with scalar truth estimates. Special cases.
24. Local a posteriori inference in the case of deterministic evidence: matrix-vector equations and algorithms.
25. Local a posteriori inference in the case of stochastic evidence: matrix-vector equations and algorithms.
26. Local a posteriori inference in the case of imprecise evidence: matrix-vector equations and algorithms.
27. An algorithm for propagation of virtual evidence under initial stochastic evidence and scalar a priori estimators in an algebraic Bayesian network. The probabilistic semantics of this algorithm.
28. An algorithm for propagation of virtual evidence under initial imprecise evidence and interval a priori estimators in an algebraic Bayesian network. The probabilistic semantics of this algorithm (obtaining overlapping rather than exact estimates).
29. Structure of an algebraic Bayesian network and posteriori inference.
30. Probabilistic semantics of adjacency cycles in algebraic Bayesian networks. The transformation of adjacency cycles. Consistency checking and other types of logical and probabilistic inference in adjacency cycles.
31. Consistency degrees of an algebraic Bayesian network. Consistency Degrees and Structure of an Algebraic Bayesian Network. Algorithms for checking and maintaining an algebraic Bayesian network.
32. Acyclic algebraic Bayesian networks: features of structure, probabilistic semantics and logic-probabilistic inference algorithms.
33. Global a priori inference in an acyclic algebraic Bayesian network with scalar a priori estimators and global a posteriori inference with deterministic evidence - the relationship of the above types of logical probabilistic inference algorithms.

34. The inconsistency of the results of local posterior inference. The possibility of reduced computations in local posterior inference when deterministic evidence is received. Consistency of the results of posterior inference in the chain of contiguity of two knowledge fragments with scalar a priori estimates when either deterministic or stochastic evidence arrives in one of them.
 35. Bayesian Web of Trust: two definitions, their equivalence, probabilistic semantics of the network. Random binary (Boolean) elements, random binary (Boolean) sequences, random multi-valued elements, random multi-valued sequences in the nodes of the Bayesian confidence network.
 36. Different types of Bayesian trust network structure. Conversion of a Bayesian trust network into a contiguous tree. Markov equivalence in Bayesian trust networks.
 37. Semantically equivalent image of a Bayesian trust network (with chain, tree and polytree structure) as an algebraic Bayesian network.
 38. A semantically equivalent image of a Bayesian trust network (with a multi-linked structure) in the form of an algebraic Bayesian network.
 39. Primary propagation algorithm in a Bayesian trust network (with chain, tree and polytree structure).
 40. Primary propagation algorithm in a Bayesian trust network (with a multi-linked structure)
 41. A comparative analysis of the probabilistic semantics of acyclic algebraic Bayesian networks and Bayesian trust networks.
 42. A directed loop in a Bayesian trust network. Algorithms of its transformation. Non-existence of a BSD calculus that allows processing of a directed cycle while preserving classical probabilistic semantics of a Bayesian trust network. Examples.
 43. A comparative analysis of the probabilistic semantics of the directed cycle in a Bayesian trust network and the adjacency cycle in an algebraic Bayesian network. Consistency checking algorithms for these objects.
 44. Probabilistic semantics of linear and cyclic patterns in Bayesian networks.
 45. Different algorithms for generating random binary sequences in algebraic Bayesian networks and Bayesian trust networks. Gibbs sampling (sample generation). Stochastic algorithms for logical probabilistic inference in Bayesian trust networks. The relationship of these algorithms to inference in Markov networks and stochastic Boolean networks.
 46. Automatic learning tasks in probabilistic graphical models: general characteristics, definition and examples.
 47. Conjugate distributions (beta distribution and Dirichlet distribution) in the problem of local automatic learning of Bayesian trust networks and algebraic Bayesian networks.
 48. Local structure learning in Bayesian trust networks.
 49. Global structure learning in Bayesian trust networks.
 50. Global structure learning in algebraic Bayesian networks. Minimal adjacency graph enumeration. Features of appropriate algorithms and results.
 51. Algebraic Bayesian networks in the synthesis of consistent knowledge fragment databases from incomplete, imprecise, non-numerical data.
 52. Path models.
 53. Reichenbach's principles. Types of cause and effect relationships.
 54. Wright's approach to causal models, Wright decomposition principles.
 55. Examples of applications of Bayesian networks and other probabilistic and probabilistic graphical models.
 56. Markov models, Ising model. Sample generation.
 57. Stochastic Boolean networks; Boolean networks and cellular automata. Indexing one-dimensional cellular automata.
 58. The principle of conditional independence in Bayesian networks.
 59. Definition of a potential and operations on potentials. Potentials, conditional probability and joint probability. Marginalisation operation. Marginalization and composition of distributions of random binary sequences.
 60. The complexity of structure enumeration in automatic learning of Bayesian trust networks. Functionals searched for an optimum in automatic learning of Bayesian trust networks.
- Checked competences: All

A list of sample test questions:

1. What is the definition of a Bayesian trust network
 - a. The result of grouping nodes together based on similarity
 - b. Result of grouping nodes combined by weight
 - c. * An acyclic directed graph with tensors (tables) of conditional probabilities at the nodes
 - d. The set of nodes in a graph, equidistant from a given node-centre
2. What is the definition of an algebraic Bayesian network
 - a. The result of grouping points or objects together based on similarities
 - b. Result of grouping points or objects combined by weight
 - c. An acyclic directed graph with tensors (tables) of conditional probabilities at the nodes
 - d. * An undirected graph, whose vertices contain conjunctive ideals with probability estimates of the truth of each element of the ideal.
3. What is a knowledge fragment
 - a. The result of grouping points or objects together based on similarities
 - b. Result of grouping points or objects combined by weight
 - c. An acyclic directed graph with tensors (tables) of conditional probabilities at the nodes
 - d. * A small set of closely related statements about a subject area.
4. What the Bayesian trust networks toolkit enables
 - a. Making decisions under conditions of uncertainty
 - b. Make assumptions about hidden facts based on visible facts
 - c. Draw conclusions about consequences based on known facts
 - d. * All of the above.
5. What are the main components of Bayesian trust networks
 - a. * Nodes, directed arcs, point estimates of probability
 - b. Nodes, non-directional arcs, interval probability estimates
 - c. Nodes, non-directional arcs, point estimates of probability
 - d. All of the above.
6. How the Markovian property manifests itself in Bayesian trust networks
 - a. * If parents are marked, information about their ancestors does not affect the likelihood of descendant configuration
 - b. If we know that the Neva River has flooded, it's raining, a sewer pipe has burst, that's enough to assess the likelihood of shoes getting wet
 - c. A set of interval estimates is consistent if, for an arbitrary element, if an arbitrary point is chosen from an interval estimate in the remaining intervals, points can be chosen such that the resulting set of point estimates is consistent.
 - d. A property of the subject area that allows it to be broken down into fragments of knowledge.
7. How to calculate (estimate) the probabilities of occurrence of events when building a Bayesian confidence network
 - a. Based on analysis of the dataset
 - b. Based on expert assessment
 - c. Based on the equations that describe the properties of an object
 - d. * All of the above.
8. Suppose in a Bayesian confidence network, node A has 2 probability values and 3 parents, each with 3 probability values. How many probability values would need to be entered in the conditional probability table of node A?
 - a. * 54
 - b. 32
 - c. 48
 - d. 8
9. In what interval can the probability of a random element value in a node of a Bayesian trust network lies?

- a. [0, 0.1]
 - b. (-1, 1)
 - c. * [0, 1]
 - d. (0, 1)
10. In a Bayesian trust network, a node that has one or more parents is matched
- a. Table of probabilities of possible node values
 - b. * Table of conditional probabilities of possible node values
 - c. A universal set
 - d. All sorts of parent node configurations

Intermediate and on-going assessments can be carried out remotely using ICT.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

A questionnaire is used to assess the content and quality of the learning process by students in accordance with the methodology and timetable approved in the prescribed manner.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

Lectures should be delivered by lecturers with a doctoral or PhD degree (including a PhD that has passed the established procedure of recognition and establishment of equivalence) and/or the academic title of professor or associate professor, as well as the main and leading specialists in the field. Postgraduate students (under the supervision of an academic supervisor) are permitted to undertake teaching practice.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

A specialist from the Office of Information Technology Services is required for the maintenance of computers, multimedia equipment and user software support.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

A computer lab is required. Classrooms for training sessions equipped with standard equipment used for training at SPbU in accordance with logistical requirements.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

A computer with software for working with slides in PDF, PPT, PPTX formats and a connected multimedia projector with a screen are needed to show the slides.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

Not required.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

Not required.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме 15 штук.

For classrooms with whiteboards, 5 erasable markers are needed. For classrooms with chalk boards, 15 pieces of chalk are needed.

3.4. Информационное обеспечение**3.4.1 Список литературы**

1. Тулупьев, А. Л. Основы теории байесовских сетей : учебник / А. Л. Тулупьев, С. И. Николенко, А. В. Сироткин. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2019. — 399 с. — ISBN 978-5-288-05892-9 — ЭР по подписке СПбГУ
2. Максимов А.Г., Тулупьев А.Л. Алгебраические байесовские сети: проверка магистральной связности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Математика. Механика. Астрономия. 2021. № 2. С. 305-316. Doi: 10.1134/S1063454121020059 — ЭР по подписке СПбГУ
3. А.А. Золотин, Е. А. Мальчевская, Н. А. Харитонов, А. Л. Тулупьев, Локальный и глобальный логико-вероятностный вывод в алгебраических байесовских сетях: матрично-векторное описание и вопросы чувствительности // Нечеткие системы и мягкие вычисления. 2017. т. 12. № 2. С. 133–150. Doi: <https://doi.org/10.26456/fssc29> — ЭР по подписке СПбГУ
4. Харитонов Н.А., Тулупьев А.Л. Алгебраические байесовские сети: изолированное слияние фрагментов знаний в условиях дефицита информации // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 641–649. Doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-641-649 — ЭР по подписке СПбГУ
5. Тулупьев А.Л. Алгебраические байесовские сети: реализация логико-вероятностного вывода в комплексе java-программ // Труды СПИИРАН. 2009. № 8. С. 191–232. — ЭР по подписке СПбГУ

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация

Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	mva@dscs.pro

Developer	Academic degree	Academic title	Job title	Contacts
Abramov Maxim Viktorovich	PhD in Technical Sciences		Associate Professor	mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Глубокое обучение
Deep Learning

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 074334

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью данной дисциплины является получение обучающимися фундаментальных знаний и практического опыта в области принципов глубокого обучения и теории нейронных сетей, изучение различных архитектур и способов их настройки; приобретение навыков исследовательской работы, предполагающей самостоятельное изучение специфических нейросетевых технологий, широко применяемых в различных областях современной науки и техники.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках магистерской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся знает основные математические дисциплины и основы моделирования, владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.

ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: способы моделирования и построения организационно-технических и экономических процессов с использованием информационно-коммуникационных технологий и систем искусственного интеллекта Уметь: разрабатывать и внедрять организационно-технические и экономические процессы с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: методы и инструментальные средства решения задач с использованием систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной области, критерии выбора методов и инструментальных средств решения интеллектуальных задач, подходы к выбору методов и инструментальных средств систем искусственного интеллекта Уметь: осуществлять оценку критериев выбора методов и инструментальных средств решения задач с помощью систем искусственного интеллекта и выбор методов и инструментальных средств в зависимости от особенностей проблемной области	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области
ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта: механизмы логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов, принципы Data Ops и Dev Ops Уметь: настраивать основные программные платформы и компоненты систем искусственного интеллекта:	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта

	механизмов логического вывода (рассуждений), объяснений, приобретения знаний, интеллектуальных интерфейсов на особенности проблемной области, участвует в их разработке	
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: принципы и методы машинного обучения, типы и классы задач машинного обучения, методологию ML Ops Уметь: сопоставить задачам предметной области классы задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Уметь: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач
ПКП-7-ИИР-ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Знать: базовые архитектуры и модели искусственных нейронных сетей Уметь: проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задачи машинного обучения	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: формулировать цели поиска и анализа информации	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников
УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также	Знать: методы работы с информацией Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.4 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды

информационной безопасности		

1.4. *Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий*

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллективные	текстовый контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 6	30	18	2	32					2		10		76		10		10	5
	1-25	1-25	2-25	1-25					1-25		1-25		1-1		1-1			
ИТОГО	30	18	2	32					2		10		76		10			5

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВВЕДЕНИЕ В НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ	лекции	6
		семинары	2
		практические занятия	4
		по методическим материалам	12
II.	ВЕРОЯТНОСТНЫЕ АСПЕКТЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ	лекции	6
		семинары	4
		практические занятия	4
		по методическим материалам	12
III.	ПОСТРОЕНИЕ И ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	лекции	6
		семинары	4
		практические занятия	6
		по методическим материалам	12
IV.	ГЛУБОКИЕ СВЕРТОЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ (CNN)	лекции	4
		семинары	4
		практические занятия	6
		по методическим материалам	16
V.	РЕКУРРЕНТНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ (RNN) И ОБРАБОТКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ	лекции	4
		семинары	2
		практические занятия	6
		по методическим материалам	12
VI.	ГЛУБОКИЕ ГЕНЕРАТИВНЫЕ МОДЕЛИ	лекции	4
		семинары	2
		практические занятия	6
		по методическим материалам	12
VII.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам. раб.)	10
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

Список тем и их содержание:

1. Введение в нейронные сети и глубокое обучение
 - 1.1 Основы нейронных сетей
 - 1.2 История нейронных сетей и глубокого обучения
 - 1.3 Современные приложения нейронных сетей
2. Основы математики для глубокого обучения
 - 2.1 Линейная алгебра для нейронных сетей
 - 2.2 Дифференцирование и градиентный спуск
 - 2.3 Математические основы функций активации
3. Построение и обучение нейронных сетей
 - 3.1 Архитектура нейронных сетей
 - 3.2 Функции активации и их применение
 - 3.3 Метод обратного распространения ошибки
 - 3.4 Регуляризация для предотвращения переобучения нейронных сетей
4. Глубокие сверточные нейронные сети (CNN)
 - 4.1 Основы сверточных операций
 - 4.2 Архитектуры CNN: LeNet, AlexNet, VGGNet

- 4.3 Топологии глубоких сверточных нейронных сетей
- 4.4 Обучение CNN для задач компьютерного зрения
- 5. Рекуррентные нейронные сети (RNN) и обработка последовательностей
 - 5.1 Основы рекуррентных архитектур
 - 5.2 Проблема затухания градиента
 - 5.3 LSTM и GRU
 - 5.4 Практические применения RNN в NLP
- 6. Глубокие генеративные модели
 - 6.1 Автоэнкодеры
 - 6.2 Генеративно-состязательные сети (GAN)

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты экзамена.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 1-3. Тест.
2	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 3-7. Тест.
3	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 5-9. Тест.
4	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 8-12. Тест.
5	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 8-12. Тест.
6	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 12-15. Тест.
7	ПКП-5-ИИР-ПК-4.1. Проводит анализ требований и определяет необходимые классы задач машинного обучения	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену все. Тест.
8	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену все. Тест.
9	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену 16,17. Тест.

10	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников	Комплект практических заданий по теме. Вопросы к экзамену все. Тест.
11	УКБ-3.4 Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды	Комплект практических заданий по теме. Тест.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта

ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта

ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта

ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач

ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения

ПКП-7-ИИР-ПК-6 — Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов

УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Примерный список вопросов к экзамену:

1. Каковы основные принципы работы нейронных сетей, и как они моделируют восприятие и обучение?

2. Какие ключевые события сопровождали эволюцию нейронных сетей и глубокое обучение?
3. Какие существуют современные приложения нейронных сетей?
4. Какие математические концепции являются ключевыми для понимания функционирования нейронных сетей?
5. Процесс дифференцирования и его роль в градиентном спуске.
6. Как математические свойства функций активации влияют на работу нейронных сетей и их способность к обучению?
7. Опишите архитектуру нейронных сетей.
8. Как выбор конкретной функции активации влияет на поведение и эффективность нейронной сети?
9. Как работает метод обратного распространения ошибки?
10. Какие стратегии регуляризации используются в нейронных сетях, и как они влияют на процесс обучения?
11. Как выполняются сверточные операции в нейронных сетях?
12. Какие архитектуры сверточных нейронных сетей существуют и чем они отличаются?
13. Какие структуры и топологии используются для создания глубоких сверточных нейронных сетей?
14. Как осуществляется обучение сверточных нейронных сетей для задач компьютерного зрения?
15. Каким образом рекуррентные архитектуры обрабатывают последовательности данных, и как это отличается от других типов нейронных сетей?
16. Какие методы используются для преодоления проблемы затухания градиента в рекуррентных архитектурах?
17. В чем заключаются особенности LSTM и GRU?
18. Как рекуррентные нейронные сети применяются в задачах обработки естественного языка, и какие проблемы они решают?
19. Как автоэнкодеры строят внутреннее представление данных, и как они используются для различных задач, включая снижение размерности и генерацию контента?
20. Что такое генеративно-состязательные сети (GAN) и как они функционируют?

Пример практических работ:

Практическая работа №1

1. Напишите программу, реализующую функционал искусственного нейрона:
2. Создайте и обучите персептронную однослойную нейронную сеть с использованием созданного нейрона. Протестируйте обученную сеть на наборе тестовых данных.

•

Практическая работа №2:

1. Реализуйте сверточные операции с использованием библиотеки TensorFlow/PyTorch.
2. Изучить и реализовать одну из классических архитектур CNN (LeNet, AlexNet, VGGNet) для классификации изображений.
3. Провести обучение на популярном датасете, например, CIFAR-10.
4. Оценить производительность модели на тестовом наборе данных.

Практическая работа №3.

1. Реализуйте рекуррентные архитектуры с использованием TensorFlow/PyTorch.
2. Изучить и реализовать LSTM и GRU для решения проблемы затухания градиента.
3. Применить созданную сеть для задачи классификации текста, например, определения тональности.
4. Оценить производительность модели на тестовом наборе данных.

Список примерных тестовых вопросов:

1. Сетью без обратных связей называется сеть,
 - все слои которой соединены иерархически
 - (Правильный ответ) у которой нет синаптических связей, идущих от выхода некоторого нейрона к входам этого же нейрона или нейрона из предыдущего слоя
 - у которой есть синаптические связи
2. Какие сети характеризуются отсутствием памяти?
 - Однослойные
 - Многослойные
 - с обратными связями
 - (Правильный ответ) без обратных связей
3. Входом персептрона являются:
 - (Правильный ответ) вектор, состоящий из действительных чисел
 - значения 0 и 1
 - вектор, состоящий из нулей и единиц
 - вся действительная ось (-?;+?)
4. Теорема о двухслойности персептрона утверждает, что:
 - в любом многослойном персептроне могут обучаться только два слоя
 - способностью к обучению обладают персептроны, имеющие не более двух слоев
 - (Правильный ответ) любой многослойный персептрон может быть представлен в виде двухслойного персептрона
5. Обучением называют:
 - процедуру вычисления пороговых значений для функций активации
 - процедуру подстройки сигналов нейронов
 - (Правильный ответ) процедуру подстройки весовых значений
6. Нейронная сеть является обученной, если:
 - при подаче на вход некоторого вектора сеть будет выдавать ответ, к какому классу векторов он принадлежит
 - (Правильный ответ) при запуске обучающих входов она выдает соответствующие обучающие выходы
 - алгоритм обучения завершил свою работу и не заиклился
7. Подаем на вход персептрона вектор а. В каком случае весовые значения нужно уменьшать?
 - всегда, когда на выходе 1
 - (Правильный ответ) если на выходе 1, а нужно 0
 - если сигнал персептрона не совпадает с нужным ответом
 - если на выходе 0, а нужно 1
8. Что представляет собой механизм внимания в нейронных сетях?
 - (Правильный ответ) Способность сети выделять важные элементы в данных
 - Возможность сети работать без участия человека
 - Метод аугментации данных
 - Внутренний запоминающий механизм
9. Какие алгоритмы оптимизации используются в градиентном спуске для обучения нейронных сетей?
 - Только AdaBoost
 - Только Stochastic Gradient Descent (SGD)
 - (Правильный ответ) Adam, AdaGrad, RMSProp
 - Только Genetic Algorithms
10. Что представляют собой рекуррентные архитектуры в нейронных сетях?
 - Сети для обработки изображений
 - (Правильный ответ) Сети для обработки последовательностей данных
 - Сети для генерации случайных чисел

- Сети для создания виртуальных сред

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Python 3.9 (и выше)

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2.
2. Барский, А. Б. Логические нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 492 с. — ISBN 978-5-94774-646-4.
3. Барский, А. Б. Введение в нейронные сети : учебное пособие / А. Б. Барский. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 358 с.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

[http://www.library.spbu.ru/cgi-](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

5. Математика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

6. Информатика: тематическая рубрика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Контактная информация
Бушмелёв Фёдор Витальевич, старший преподаватель кафедры информатики	mail@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Прикладные задачи машинного обучения
Applied Machine Learning Problems

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074343

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целями освоения дисциплины являются ознакомление с базовыми алгоритмами машинного обучения для задач обработки больших данных, изучение основных алгоритмов машинного обучения для проведения поиска шаблонов и выполнения кластеризации и классификации

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: обучающийся владеет базовыми навыками программирования на языке высокого уровня, математики, имеет представление о принципах проектной работы и работе с системами управления базами данных.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности Уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы
ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов

системного анализа и математического моделирования	Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	системного анализа и математического моделирования.
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
ПКП-2-ИИР-ОПК-2 — Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Знать: основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла Уметь: управлять проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: классы решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта; основные параметры идентификации задач искусственного интеллекта: назначение, сфера применения, виды используемых знаний, временные аспекты решения задач Уметь: определять принадлежность проблемной области к классу решаемых задач с помощью систем искусственного интеллекта и основные параметры идентификации задач систем искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей

ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	Знать: виды представления данных, методы поиска и парсинга данных. Уметь: отделять достоверные источники данных от сомнительных, осуществлять критических отбор данных, проверять их на целостность и непротиворечивость	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекция	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	18		2	16					2				62		8		10	3
	1-30		1-30	1-15					1-15				1-1		1-1			
ИТОГО	18		2	16					2				62		8			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ПОИСК ШАБЛОНОВ: ПОИСК ЧАСТЫХ НАБОРОВ	лекции	3
		практические занятия	2
		по методическим материалам	8
II.	ПОИСК ШАБЛОНОВ: ПОИСК АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ	лекции	3
		практические занятия	2
		по методическим материалам	10
III.	КЛАССИФИКАЦИЯ: БАЙЕСОВСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	10
IV.	КЛАССИФИКАЦИЯ: ДЕРЕВЬЯ РЕШЕНИЙ	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	10
V.	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ: РАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	10
VI.	КЛАСТЕРИЗАЦИЯ: ПЛОТНОСТНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	14
VII.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	8
		промежуточная аттестация (экзамен)	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты экзамена.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-2.1 При решении задач профессиональной деятельности использует современные информационные технологии и понимает принципы их работы	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
2	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
3	ОПК-6.1 Знать способы анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов с применением методов системного анализа и математического моделирования.	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
4	ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
5	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
6	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.1. Использует основы управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.
7	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена.
8	ПКП-8-ИИР-ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях	Контрольно-измерительные материалы самостоятельных работ.

3.1.4.1. Развиваемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2 — Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-8-ИИР-ПК-7 — Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример практической работы:

Работа №1 «Поиск оптимального мета-признакового описания наборов данных для auto-sklearn 1.0»

Рассмотрите 100 наборов данных для задач классификации, например из репозитория OpenML. Рассмотрите принцип работы алгоритма, реализованного в библиотеке auto-sklearn 1.0, которая воплотила в себя два подхода: мета-обучение и байесовскую оптимизацию. Требуется выяснить, для чего используется мета-обучение, каким образом оно влияет на работу алгоритма. Постройте подмножество исходного множества мета-признаков в auto-sklearn 1.0 и вычислите, насколько Ваш алгоритм превосходит имеющийся исходный по времени и по качеству. Дополните исходное мета-признаковое описание auto-sklearn 1.0 и проведите сравнительный анализ с исходным алгоритмом по времени и качеству.

Примерный список вопросов для проверки компетенций.

1. Декомпозируемость системы знаний. Фрагменты знаний. Базы фрагментов знаний. Математические модели фрагментов знаний. Математические модели баз фрагментов знаний. Вероятностные графические модели, логико-вероятностные графические модели. Задачи логико-вероятностного вывода и задачи автоматического обучения.
2. Пропозиции-атомы, пропозиции-кванты, пропозиции-конъюнкты, пропозиции-дизъюнкты. Индексация указанных классов пропозиций. Идеал конъюнктов, идеал дизъюнктов. Литерал (аргументное место). Теорема о совершенной нормальной

- дизъюнктивной форме. Факторизация пространства пропозициональных формул по отношению эквивалентности. Канонический представитель класса эквивалентности.
3. Элементы классической теории вероятностей. Вероятностное пространство, конечное пространство исходов. Алгебра событий, база алгебры событий, дискретная плотность вероятности. Вероятность. Алгебра событий — булева алгебра. Смесь распределений. Формула Мёбиуса. Неизмеримые события, внутренняя мера вероятности и внешняя мера вероятности. Условная вероятность. Независимость и условная независимость. Теорема Байеса. Формула полной вероятности.
 4. Определение вероятности истинности пропозициональной формулы с помощью возможных миров.
 5. Упрощенная структура вероятностной логики по Н. Нильссону.
 6. Структура вероятностной логики по Хальперну, Фейгину и Меджидо.
 7. Случайный бинарный (булев) элемент. Случайная бинарная (булева) последовательность. Композиция распределений случайных бинарных последовательностей. Неединственность композиции. Операция композиции и условная независимость.
 8. Меры доверия. Вероятность истинности как мера доверия. Интервальные оценки меры доверия.
 9. Прямое произведение и степень матриц. Определение матриц I_n и J_n , их свойства и взаимосвязь.
 10. Задачи линейного и гиперболического программирования (определение, основные элементы). Библиотеки для решения задач линейного программирования.
 11. Граф. Дерево. Цеп. Основные семейства узлов графа. Граф смежности, дерево смежности, цеп смежности. Максимальный и минимальный граф смежности, их свойства. Дерево клик. Дерево сочленений.
 12. Построение максимального графа смежности. Алгоритмы перебора минимальных графов смежности. Визуализация графов смежности. Метрики на минимальных графах смежности.
 13. Направленный граф. Ациклический направленный граф. Виды односвязных направленных графов; многосвязные ациклические направленные графы. Моральный граф. Триангуляция морального графа. Построение по моральному графу дерева смежности и дерева сочленений.
 14. Библиотека JGraph (можно охарактеризовать любую другую обладающую достаточными возможностями бесплатно доступную библиотеку, реализующую представление графов, их визуализацию и операции над ними).
 15. Представление в программном коде идеалов конъюнктов и наборов квантов. Представление дерева смежности в реляционной базе данных.
 16. Представление в реляционной базе данных идеалов конъюнктов и наборов квантов с атрибутами. Представление дерева смежности в программном коде.
 17. Фрагмент знаний алгебраической байесовской сети. Определение и возможные операции. Скалярные и интервальные оценки вероятности истинности. Диаграммы Хассе и сокращенные обозначения. Альтернативные математические модели фрагментов знаний.
 18. Непротиворечивость фрагмента знаний алгебраической байесовской сети. Связь вероятностей квантов и конъюнктов, соответствующие матрично-векторные уравнения. Алгоритмы проверки и поддержания его непротиворечивости. Согласованность (непротиворечивость), согласуемость, несогласованность (противоречивость) исходных оценок истинности. Вероятностная семантика фрагмента знаний.

19. Виды свидетельств в теории алгебраических байесовских сетей и их обработка. Вероятностная семантика свидетельства в теории алгебраических байесовских сетей.
20. Линейная комбинация непротиворечивых фрагментов знаний. Линейная оболочка непротиворечивых фрагментов знаний. Линейные комбинация и оболочка в задачах поддержки принятия решений. Накрывающая непротиворечивость, неединственность линейной оболочки противоречивых фрагментов знаний.
21. Локальный априорный вывод в теории алгебраических байесовских сетей и чувствительность его результатов. Соответствующие матрично-векторные уравнения. Расширенный фрагмент знаний. Алгоритм построения СДНФ пропозициональной формулы по ее записи в виде строки.
22. Непротиворечивость и локальный априорный вывод в альтернативных моделях фрагмента знаний, где носителем выступает идеал дизъюнктов и набор квантов. Соответствующие матрично-векторные уравнения.
23. Две задачи апостериорного вывода в теории алгебраических байесовских сетей. Вид свидетельств и результаты апостериорно вывода. Вероятностная семантика апостериорного вывода в случае детерминированного свидетельства, поступающего во фрагмент знаний со скалярными оценками истинности. Особые случаи.
24. Локальный апостериорный вывод в случае детерминированного свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.
25. Локальный апостериорный вывод в случае стохастического свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.
26. Локальный апостериорный вывод в случае неточного свидетельства: матрично-векторные уравнения и алгоритмы.
27. Алгоритм распространения виртуального свидетельства при исходном стохастическом свидетельстве и скалярных априорных оценках в алгебраической байесовской сети. Вероятностная семантика этого алгоритма.
28. Алгоритм распространения виртуального свидетельства при исходном неточном свидетельстве и интервальных априорных оценках в алгебраической байесовской сети. Вероятностная семантика этого алгоритма (получение накрывающих, а не точных оценок).
29. Структура алгебраической байесовской сети и апостериорный вывод.
30. Вероятностная семантика циклов смежности в алгебраических байесовских сетях. Преобразование циклов смежности. Проверка непротиворечивости и другие виды логико-вероятностного вывода в циклах смежности.
31. Степени непротиворечивости алгебраической байесовской сети. Степени непротиворечивости и структура алгебраической байесовской сети. Алгоритмы проверки и поддержания алгебраической байесовской сети.
32. Ациклические алгебраические байесовские сети: особенности структуры, вероятностной семантики и алгоритмов логико-вероятностного вывода.
33. Глобальный априорный вывод в ациклической алгебраической байесовской сети со скалярными априорными оценками и глобальный апостериорный вывод с детерминированными свидетельствами — взаимосвязь алгоритмов указанных видов логико-вероятностного вывода.
34. Непротиворечивость результатов локального апостериорного вывода. Возможности сокращения расчетов в локальном апостериорном выводе при поступлении детерминированного свидетельства. Согласованность результатов апостериорного вывода в цепи смежности из двух фрагментов знаний со скалярными априорными оценками при поступлении либо детерминированного, либо стохастического свидетельства в один из них.
35. Байесовская сеть доверия: два определения, их эквивалентность, вероятностная семантика сети. Случайные бинарные (булевы) элементы, случайные бинарные

- (булевы) последовательности, случайные многозначные элементы, случайные многозначные последовательности в узлах байесовской сети доверия.
36. Различные виды структуры байесовских сетей доверия. Преобразование байесовской сети доверия в дерево смежности. Марковская эквивалентность в байесовских сетях доверия.
 37. Семантически эквивалентный образ байесовской сети доверия (со структурой цепи, дерева и полидерева) в виде алгебраической байесовской сети.
 38. Семантически эквивалентный образ байесовской сети доверия (с многосвязной структурой) в виде алгебраической байесовской сети.
 39. Алгоритм первичной пропагации в байесовской сети доверия (со структурой цепи, дерева и полидерева).
 40. Алгоритм первичной пропагации в байесовской сети доверия (с многосвязной структурой)
 41. Компаративный анализ вероятностной семантики ациклических алгебраических байесовских сетей и байесовских сетей доверия.
 42. Направленный цикл в байесовской сети доверия. Алгоритмы его преобразования. Несуществование БСД-исчисления, допускающего обработку направленного цикла при сохранении классической вероятностной семантики байесовской сети доверия. Примеры.
 43. Компаративный анализ вероятностной семантики направленного цикла в байесовской сети доверия и цикла смежности в алгебраической байесовской сети. Алгоритмы проверки непротиворечивости указных объектов.
 44. Вероятностная семантика линейных и циклических паттернов в байесовских сетях.
 45. Различные алгоритмы генерации случайных бинарных последовательностей в алгебраических байесовских сетях и байесовских сетях доверия. Сэмплирование (генерация выборок) по Гиббсу. Стохастические алгоритмы логико-вероятностного вывода в байесовских сетях доверия. Связь этих алгоритмов с выводом в марковских сетях и стохастических булевских сетях.
 46. Задачи автоматического обучения в вероятностных графических моделях: общая характеристика, постановка и примеры.
 47. Сопряженные распределения (бета-распределение и распределение Дирихле) в задаче локального автоматического обучения байесовских сетей доверия и алгебраических байесовских сетей.
 48. Обучение локальной структуры в байесовских сетях доверия.
 49. Обучение глобальной структуры в байесовских сетях доверия.
 50. Обучение глобальной структуры в алгебраических байесовских сетях. Перебор минимальных графов смежности. Особенности соответствующих алгоритмов и результатов.
 51. Алгебраические байесовские сети в синтезе непротиворечивых баз фрагментов знаний по неполным, неточным, нечисловым данным.
 52. Тропинчатые модели (path models).
 53. Принципы Райхенбаха. Типы причинно-следственных связей.
 54. Подход Райта к причинно-следственным моделям, принципы декомпозиции Райта.
 55. Примеры приложений байесовских сетей и других вероятностных и логико-вероятностных графических моделей.
 56. Марковские модели, модель Изинга. Сэмплирование (генерация выборки) по Гиббсу.
 57. Стохастические булевы сети; булевы сети и клеточные автоматы. Индексация одномерных клеточных автоматов.
 58. Принцип условной независимости в байесовских сетях.

59. Определение потенциала и операции над потенциалами. Потенциалы, условная вероятность и совместная вероятность. Операция маргинализации. Маргинализация и композиция распределений случайных бинарных последовательностей.
60. Сложность перебора структур при автоматическом обучении байесовских сетей доверия. Функционалы, оптимум которых ищется при решении задач автоматического обучения байесовских сетей доверия.

Проверяемые компетенции: Все

Список примерных тестовых вопросов:

1. Что такое DeepBlue?

- а) Компьютер, применявшийся для диагностики заболеваний в 1970-х годах
- б) Компьютер, прошедший тест Тьюринга в 2014 году
- в) Компьютер, победивший чемпиона мира по игре в го в 2015 году
- г) Компьютер, победивший чемпиона мира по шахматам в 1997 году.

2. Что такое GPT-3?

- а) Нейронная сеть, распознающая объекты на изображениях точнее человека
- б) Нейронная сеть, победившая чемпиона мира по игре в го
- в) Нейронная сеть, ставящая медицинские диагнозы с 99% точностью
- г) Нейронная сеть, генерирующая тексты на естественном языке с уровнем качества близким к человеческому

3. Какое из перечисленных понятий НЕ входит в понятие ИИ?

- а) Глубинное обучение
- б) Аналитика данных
- в) Экспертные системы
- г) Машинное обучение

4. Выберите верное утверждение

- а) Искусственный интеллект – это сложное понятие, не имеющее четкого определения и включающее различные области математики, информационных технологий и др.

- б) Искусственный интеллект - это робот для общения с людьми посредством текстового интерфейса, разработанный Аланом Тьюрингом в 1950 году

- в) Искусственный интеллект - это четко определенное понятие, означающее создание машины, повторяющей умственные процессы человека

5. Для чего может быть полезно применять ИИ в банке (несколько правильных ответов)?

- а) Автоматизация выдачи наличных средств
- б) Автоматизация работы всего персонала банка
- в) Автоматизация обработки документов
- г) Автоматизация работы с клиентами

6. В чем состоит тест Тьюринга?

- а) Человек получает ответы на вопросы от другого человека и от компьютера «вслепую» и должен определить, кто из собеседников – компьютер

- б) Машина должна «выжить» в сложной, искусственно заданной среде, с которой она взаимодействует посредством некоторого механизма

- в) Человеку показывают серию картин, и он должен выделить те, которые созданы машиной

7. В 50-х годах 20 века Фрэнк Розенблатт разработал перцептрон Розенблатта. Что это такое?

- а) Модель восприятия информации глазом человека
- б) Модель восприятия информации мозгом человека
- в) Модель человеческой руки
- г) Модель восприятия информации мозгом мыши

8. Продолжите фразу: Общий искусственный интеллект

- а) Решает разнообразные сложные интеллектуальные и творческие задачи (на сегодня не представляется возможным разработать)

- б) Решает конкретные интеллектуальные задачи (разработаны системы для различных задач)

- в) Решает четко поставленные задачи, для которых известны конкретные эффективные

алгоритмы (используется повсеместно)

9. Продолжите фразу: Узко-специализированный искусственный интеллект

а) Решает разнообразные сложные интеллектуальные и творческие задачи (на сегодня не представляется возможным разработать)

б) Решает конкретные интеллектуальные задачи (разработаны системы для различных задач)

в) Решает четко поставленные задачи, для которых известны конкретные эффективные алгоритмы (используется повсеместно)

10. Продолжите фразу: Программирование

а) Решает разнообразные сложные интеллектуальные и творческие задачи (на сегодня не представляется возможным разработать)

б) Решает конкретные интеллектуальные задачи (разработаны системы для различных задач)

в) Решает четко поставленные задачи, для которых известны конкретные эффективные алгоритмы (используется повсеместно)

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Python 3.9 (и выше).

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105836>

2. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100905>
3. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — ISBN 978-5-97060-273-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69955>
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: / А. И. Кобзарь. — Москва: Физматлит, 2006. — 816 с.: табл. — (Современные методы в математике). — ISBN 978-5-9221-0707-5. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2205.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: / А. И. Кобзарь. — Москва: Физматлит, 2006. — 816 с.: табл. — (Современные методы в математике). — ISBN 978-5-9221-0707-5. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2205.

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Олисеенко Валерий Дмитриевич		старший преподаватель	v.oliseenko@spbu.ru vdo@dscs.pro
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРАКТИКИ**

**Производственная практика 1 (научно-исследовательская работа)
Internship 1 (Research Project)**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 8

Регистрационный номер рабочей программы: 074344

Аннотация

Производственная практика направлена на закрепление, расширение и углубление полученных теоретических и практических знаний и умений, приобретение профессиональных навыков в решении конкретных проблем в области профессиональной деятельности.

Раздел 1. Характеристика практики**1.1. Цель и задачи практики**

Основной целью производственной практики является закрепление теоретической подготовки обучающегося, приобретение новых практических навыков и компетенций, опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачи производственной практики:

- сформировать у обучающихся общее представление о требованиях, предъявляемых к работникам на производстве и в профильных компаниях;
- дать представление о проблемах, возникающих при разработке практически значимых проектов;
- сформировать навыки постановки задачи, планирования исследований, получения и оценивания результатов.
- прививать навыки коллективной работы над проектами;
- развивать способность к самостоятельному получению и углублению новых знаний, необходимых для профессиональной деятельности;
- сформировать навыки самостоятельного анализа и выбора путей решения конкретных практических задач;
- развить навыки управления временем и планирования работы;
- совершенствовать навыки научно-исследовательской деятельности.

При прохождении практики в промышленной/исследовательской компании соответствующего профиля сопутствующей задачей является знакомство со структурой компании, принципами организации работы в компании.

1.2. Вид практики (вид практики должен соответствовать актуальному учебному плану, утверждённому в установленном в СПбГУ порядке)

- ☐ Учебная
 ☒ Производственная
☐ Научно-исследовательская практика
 ☐ Педагогическая
☐ Преддипломная

1.2.1. Тип практики (тип практики должен соответствовать образовательным стандартам)

_____ научно-исследовательская работа _____ (указать какая)

1.2.2. В рамках учебной практики по программам магистратуры проводится ознакомительное занятие в Ресурсном центре Научного парка СПбГУ

_____ нет _____ (указать в каком)

1.3. Способы проведения практики (способ проведения практики (при наличии) должен соответствовать образовательным стандартам)

_____ стационарная _____ (указать какой)

1.3.1. Дополнительные характеристики стационарной практики (отметить нужное)

☒ в СПбГУ:

- ☒ учебно-научное подразделение СПбГУ _Математико-механический факультет_
☐ административное подразделение СПбГУ _____ (указать какое)

- ☒ Клиника СПбГУ IT-клиника _____ (указать какая)
- ☐ Научная библиотека им. М. Горького
- ☒ Научный парк СПбГУ, Ресурсный центр Вычислительный центр _____ (указать какой)
- ☐ Малое инновационное предприятие _____ (указать какое)
- ☐ Издательство СПбГУ
- ☐ Приемная комиссия СПбГУ
- ☐ другое _____ (указать какое)

- ☐ в организации, расположенной на территории Санкт-Петербурга (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.3.2. Дополнительные характеристики выездной практики (выбрать при наличии)

- ☐ особенности проведения, связанные с природными условиями: _____ (указать, какие)
- ☐ экспедиция, выездная на учебно-научные базы, в профильной организации (в рамках соглашения/договора, ИС Партнер)
- ☐ иные особенности: _____ (указать, какие)

1.4. Формы проведения практики (выбрать один вариант по согласованию с сотрудниками Управления образовательных программ в соответствии с календарным учебным графиком)

- ☐ Непрерывно (путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения всех видов практик)
- ☒ Дискретно с указанием дополнительных характеристик проведения практики (возможно сочетание дискретного проведения практик по их видам и по периодам их проведения)

1.4.1. Дополнительные характеристики формы проведения практики

- ☐ практика проводится в условиях, когда обучающиеся не имеют возможности посещать аудиторные занятия, т.к. находятся за пределами СПбГУ
- ☒ практика может проводиться параллельно с учебными занятиями

1.5. Требования подготовленности к прохождению практики

Дополнительных требований, кроме успешной предшествующей аттестации по НИР в рамках образовательной программы, не предъявляется. Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что магистрант:

- на протяжении обучения в магистратуре не меняет тематику исследований;
- эрудирован в области практических средств (технологий, программного обеспечения и т.д.) решения задач в выбранной области.

1.5.1. Особые условия допуска

1.5.2. Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

1.6. Перечень применяемых профессиональных стандартов в области профессиональной деятельности (дополняемый) и (или) перечень обобщенных трудовых функций, трудовых функций, умений, навыков по мнению потенциальных работодателей (обязательно для заполнения для производственного вида практики: см. <http://profstandart.rosmintrud.ru/>, перечень дополняется по мере утверждения профессиональных стандартов, при отсутствии утвержденных профессиональных стандартов учитывается мнение потенциальных работодателей)

Код 06.001 «Программист» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 424н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69720);

Код 06.015 «Специалист по информационным системам» (приказ Минтруда России от 13.07.2023 г. № 586н, зарегистрирован в Минюсте России 16.08.2023 г. № 74817);

Код 06.016 «Руководитель проектов в области информационных технологий» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 369н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73455);

Код 06.017 «Руководитель разработки программного обеспечения» (приказ Минтруда России от 20.07.2022 № 423н, зарегистрирован в Минюсте России 22.08.2022 № 69713);

Код 06.022 «Системный аналитик» (приказ Минтруда России от 27.04.2023 г. № 367н, зарегистрирован в Минюсте России 25.05.2023 г. № 73453);

Код 06.042 «Специалист по большим данным» (приказ Минтруда России от 06.07.2020 г. № 405н, зарегистрирован в Минюсте России 05.08.2020 г. № 59174);

Код 06.046 «Специалист по моделированию, сбору и анализу данных цифрового следа» (приказ Минтруда России от 09.07.2021 г. № 462н, зарегистрирован в Минюсте России 30.07.2021 г. № 64502).

1.7. Перечень профессиональных компетенций, формирующих практическую составляющую результатов освоения программы

1.7.1. Перечень общепрофессиональных компетенций:

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп

1.7.2. Перечень профессиональных компетенций:

Профессиональные компетенции не формируются учебной ознакомительной практикой

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта.
- ПКП-2-ИИР-ОПК-2. Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла.

- ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
- ПКП-7-ИИР-ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
- ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта
- ПКП-9-ИИР-ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных

1.7.3. Перечень универсальных компетенций:

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
- УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
- УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
- УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

Для оценки достижения компетенций применяются индикаторы:

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции
	1	2	3
1	Универсальные	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
2	Универсальные	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
3	Универсальные	УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде
4	Универсальные	УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых)	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям

		языке(ах)	взаимодействия.
5	Универсальные	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.
6	Универсальные	УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов
7	Универсальные	УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;
8	Универсальные	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
9	Универсальные	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.
8	Общепрофессиональные	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;
9	Общепрофессиональные	ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций
10	Общепрофессиональные	ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора
11	Общепрофессиональные	ОПК-5 Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач
12	Общепрофессиональные	ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности
13	Общепрофессиональные	ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-

		для практического применения	вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы
14	Общепрофессиональные	ОПК-9 Способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций с заинтересованными участниками проектной деятельности и в рамках проектных групп	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.
15	Профессиональные	ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
16	Профессиональные	ПКП-2-ИИР-ОПК-2 Способен принимать участие в управлении проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла	ПКП-2-ИИР-ОПК-2.2. Решает задачи управления проектами по созданию и развитию технологий и систем искусственного интеллекта на стадиях их жизненного цикла
17	Профессиональные	ПКП-4-ИИР-ПК-2. Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта
18	Профессиональные	ПКП-5-ИИР-ПК-4. Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
19	Профессиональные	ПКП-6-ИИР-ПК-5. Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
20	Профессиональные	ПКП-7-ИИР-ПК-6. Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи
21	Профессиональные	ПКП-8-ИИР-ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	ПКП-8-ИИР-ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения
22	Профессиональные	ПКП-9-ИИР-ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных	ПКП-9-ИИР-ПК-8.1. Разрабатывает программные компоненты извлечения, хранения, подготовки больших данных с учетом вариантов использования больших данных, определений, словарей и эталонной архитектуры больших данных

1.8. Сопоставление профессиональных компетенций с содержанием профессиональных стандартов и (или) обобщенными трудовыми функциями, трудовыми функциями,

умениями, навыками по мнению потенциальных работодателей (в привязке к перечисленным профессиональным стандартам или мнению потенциальных работодателей)

Перечень компетенций	Обобщенные трудовые функции, трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом
ПКП-1-ИИР-ОПК-1	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-2-ИИР-ОПК-2	06.001.D.6, 06.015.C.6, 06.016.A.6, 06.017.A.6, 06.017.B.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-4-ИИР-ПК-2	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.017.B.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-5-ИИР-ПК-4	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-6-ИИР-ПК-5	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-7-ИИР-ПК-6	06.011.D.6, 06.015.C.6, 06.022.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-8-ИИР-ПК-7	06.015.C.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6
ПКП-9-ИИР-ПК-8	06.017.B.6, 06.042.A.6, 06.046.C.6

Раздел 2. Организация, структура и содержание практики

2.1. Организация практики: модель с кратким описанием

Виды и объемы учебной работы, объем и продолжительность практики, а также ее место в структуре образовательной программы указаны в актуальном учебном плане.

Учебный период и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

2.2. Структура и содержание практики

Для обучающихся учебная практика – это систематическая самостоятельная работа с учебной и научной литературой, знакомство и закрепление знаний и навыков работы с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и науки о данных.

- Во втором семестре преподаватель-руководитель практики:
 - проводит ознакомительное занятие, посвященное общим рекомендациям, касающимся последовательности и продолжения работы над ВКР и оформления её текста;
 - рекомендует специализированную учебно-научную литературу и другие источники, на основе которых разрабатывается методология исследования;
 - проводит на регулярной основе консультации, на которых обучающиеся отчитываются о ходе своей работы;
 - оказывает методическую помощь по оформлению результатов практики (структура и разделы отчета);
 - консультирует обучающихся при подготовке итоговых презентаций и участвует в процедуре защиты практики.

Раздел 3. Обеспечение практики

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Виды и формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

☐ Текущий контроль успеваемости

Виды: демонстрация имеющихся результатов по личным проектам посредством устных докладов и отчетов обучающихся, проведение ретроспективного анализа достижений и проблем

Формы: устно-письменная

Промежуточная аттестация

☒ зачет ☐ экзамен

3.1.2. Методические материалы для обучающихся

3.1.2.1. Методические указания по прохождению практики

В рамках учебной практики предусмотрена самостоятельная работа под руководством руководителя практики, а также регулярные консультации обучающихся по их работе над проектом, которые проводятся преподавателями-руководителями практики.

Для ознакомления с новейшими достижениями мирового научного сообщества рекомендуется использовать отечественные и зарубежные реферативные и полнотекстовые базы данных, такие как ScienceDirect (реферативная и полнотекстовая база научных изданий), e-library (коллекция отечественных журналов) и др. Список баз данных, к которым открыт доступ с компьютеров, подключенных к сети СПбГУ, представлен на сайте библиотеки СПбГУ (library.spbu.ru).

Изучение литературы заканчивается составлением обзора, в котором обобщаются известные результаты и формулируются проблемы, представляющие интерес для дальнейшего изучения.

С целью взаимного обмена информацией о проводимых работах над проектом обучающиеся представляют результаты своей работы на научном семинаре, которым руководят преподаватели кафедры.

По окончании работы над проектом каждый обучающийся составляет текстовый отчет и готовит презентацию.

3.1.2.2. Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по производственной практике проводится в форме устной защиты отчета перед Комиссией.

Сбор материалов для отчета происходит на протяжении всего периода прохождения практики; редактирование и оформление выполняются на заключительном этапе. По завершении практики студент готовит отчет и его электронную презентацию и представляет отчетные материалы на утверждение руководителю практики от организации, а затем – руководителю от университета. Отчет студента о практике должен включать текстовые, графические и иные иллюстративные материалы. При оформлении отчета о практике следует использовать научно-техническую литературу, периодические, нормативные источники и материалы, систематизируя, обобщая и критически оценивая информацию по практике.

Отчет выполняется с помощью компьютерного набора с использованием современных текстовых и, если необходимо, графических редакторов на одной стороне листа (без рамки) белой бумаги формата А4 (210x297 мм) через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков – не менее 1,8 мм (кегель не менее 12); поля: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху 20 мм, снизу 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту – 1,25 см; выравнивание текста по ширине страницы. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры. Требования к структуре отчёта изложены в пункте «3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике» настоящего документа. Титульный лист (приложение 2) является первой страницей отчета, служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа. На титульном листе приводят следующие сведения: наименование организации, где составлен отчет; фамилия, имя, отчество студента; тема задания практики; фамилия, имя, отчество, должность и место работы руководителя практики от организации; фамилия, имя, отчество, должность руководителя практики от СПбГУ. Содержание – перечень основных частей отчета с указанием страниц. Пункты содержания должны повторять заголовки в тексте. Не допускается сокращать или давать заголовки в другой формулировке. Последнее слово заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы.

Список сокращений и условных обозначений. Сокращение слов и словосочетаний на русском и иностранных языках оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.11 и ГОСТ 7.12. Применение в отчете сокращений, не предусмотренных вышеуказанными стандартами, или условных обозначений предполагает наличие перечня сокращений и условных обозначений. Наличие перечня не исключает расшифровку сокращения и условного обозначения при первом упоминании в тексте. Перечень следует располагать столбцом (слева – аббревиатура или условное обозначение, справа – расшифровка) по алфавиту. Список терминов помещается после перечня сокращений и условных обозначений и включается в оглавление. Список терминов приводится и оформляется при использовании специфической терминологии в отчете (с соответствующими разъяснениями). Термин записывают со строчной буквы, а определение – с прописной буквы. Термин отделяют от определения двоеточием. Список терминов оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.5.

Введение, как правило, включает в себя название темы практики, формулировку цели работы, задач и основных этапов ее выполнения. Помимо этого, во введении дается краткое резюме о содержании и объеме проделанной работы, приводится степень ее актуальности.

Основная часть отчета о практике, как правило, содержит краткий литературный обзор по тематике работы, описание объекта практики (например, изучаемая модель, применяемые методы и т. д.), описание видов деятельности, применяемых или примененных студентом к объекту практики, результаты работы. Основная часть делится на разделы и подразделы. Разделы и подразделы нумеруют арабскими цифрами. Номера подразделов должны состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится. В тексте документа не допускается: применять обороты разговорной речи, применять для одного и того же понятия разные научно-технические термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке; применять сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими государственными стандартами; сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр, за исключением единиц физических величин в головках и боковиках таблиц, и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы и рисунки.

В Заключение кратко подводятся итоги работы: обобщаются результаты, приводятся рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы. Оценивается степень решения поставленных задач и достижения намеченной цели. Список использованных источников включает библиографические описания источников, использованных при работе. Список использованных источников должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-2003. В приложениях помещаются вспомогательные материалы (исходные данные, ксерокопии больших по объему документов, мнемонический код, схемы работы алгоритма, дополнительные и громоздкие расчёты, объемные таблицы, компьютерные распечатки, описание методики вычисления, исторические справки, подробные комментарии к тексту работы, графический материал (сложные рисунки и схемы), справочный материал, используемые при выполнении работы; таблицы и рисунки), которые затруднили бы чтение основной части. Приложения располагают как продолжение отчета. Приложения должны иметь общую с остальной частью работы сквозную нумерацию страниц. В тексте отчета о практике на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета. Приложения должны быть перечислены в оглавлении отчета с указанием номеров, заголовков и страниц.

Типовая структура электронной презентации отчета:

- слайд, содержащий: наименование практики, ФИО студента и ФИО руководителя, тему задания, место, сроки прохождения, должность во время практики;
- слайд, содержащий сведения о цели и задачах практики, видах выполненных работ;
- один или несколько слайдов, характеризующих полученные результаты по каждому виду выполненных работ;
- слайд, характеризующий общий результат практики - выводы и рекомендации.

3.1.2.3. Материалы для оценки обучающимися содержания и качества практики

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.1.3. Методические материалы для руководителей практики от СПбГУ и от профильных организаций

3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме ознакомления с документами, предоставленными обучающимся в качестве отчета, выступлением-защитой о промежуточных результатах работы и их последующей оценки комиссией. Она складывается из представления обучающимся итогового отчета, доклада по результатам практики, отзыва руководителя практики и отзыва консультанта, если таковой был назначен. Отзывы научного руководителя и консультанта (если таковой был назначен), а также внешней организации (если практика проходила во внешней организации) предоставляются координатору практики не позднее чем за один рабочий день до назначенной даты защиты, итоговый отчет о прохождении практики – не позднее, чем за семь рабочих дней.

При промежуточной аттестации по учебной практике учитывается:

- отчет по учебной практике оформленный в соответствии с требованиями;
- отзывы научного руководителя и (если есть) консультанта;
- финальная презентация по проекту.

Защита отчета (финальная презентация) по производственной практике проводится на заседании комиссии, которая формируется в установленном порядке. Процедура защиты отчета в форме финальной презентации предусматривает выступление обучающегося с основными итогами проведенной работы, а также выводами и рекомендациями. Промежуточная аттестация проводится под руководством координатора практики. Доклад оформляется как устная презентация. В ходе доклада студент показывает, как практика помогла ему в достижении целей, указанных в ВКР, а также полученные в ходе её результаты. К докладу необходимо подготовить комплект слайдов, иллюстрирующих выступление. Форма доклада и слайдов свободная, рекомендуемая длительность – не более 7 минут. Куратору практики допускается обращаться напрямую к автору отзыва в порядке взаимодействия с внешними контрагентами, определённом в приказах и должностных инструкциях СПбГУ.

3.1.3.2. Методика и критерии оценивания

Итоговые полнота и качество материалов, а также работа в семестре оцениваются баллами.

1. Присутствие на назначенных очных встречах с руководителем практики — кол-во_посещённых_встреч / кол-во_назначенных_встреч * 20 баллов. Более 3-х обязательных встреч назначать не рекомендуется (но возможно для консультаций по согласованию с обучающимися), посещаемость сверх этого количества не оценивается.
2. Отзыв научного руководителя: без замечаний 30 баллов, с некритическими замечаниями 20 баллов, с критическими замечаниями 10 баллов, отрицательный отзыв — 0 баллов. При наличии консультанта и/или внешней организации, отзыв научного руководителя ссылается на их отзывы и также использует их мнение для аргументации своих оценок.
3. Итоговый письменный отчет по учебной практике, соответствующий рекомендуемым требованиям и содержащий необходимую информацию о ходе практики и её результатах — от 0 до 25 баллов.
4. Доклад, проведенный в соответствии с критериями, изложенными в п. 3.1.3.1 — от 0 до 25 баллов.

При полном отсутствии результатов по любому из пунктов обучающийся получает в совокупности 0 баллов.

Оценка выставляется по количеству баллов:

Полнота и качество материалов и доклада, баллы	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
90-100	A	зачтено
80-89	B	
70-79	C	
61-69	D	
50-60	E	
менее 50	F	не зачтено

В случае проведения аттестации комиссией каждый из членов аттестационной комиссии оценивает материалы и доклад независимо от остальных и принимает решение о выставлении зачета самостоятельно. При возникновении спорных ситуаций допустимы прения и изменения членами комиссии своего первоначального мнения. Финальный балл вычисляется, как среднее арифметическое из баллов, выставленных членами комиссии.

3.1.3.3. Оценочные средства: контрольно-измерительные материалы и фонды оценочных средств

При оценке документов и устного доклада необходимо проверять их соответствие критериям и рекомендациям, изложенным в п. 3.1.2.2.

Оценка индикаторов достижения компетенции при помощи КИМ:

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
2	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт Доклад
3	УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
4	УК-4.1 Выбирает стиль делового общения на государственном языке РФ и иностранном языке в зависимости от цели и условий партнерства; адаптирует речь, стиль общения и язык жестов к ситуациям взаимодействия.	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
5	УК-6.1 Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей.	Отчёт Доклад
6	УКБ-1.1. Использует практический опыт в реализации проектов	Отчёт
7	УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;	Доклад
8	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра

9	УК-2.1. Определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели, исходя из действующих правовых норм.	Отчёт Доклад
10	ОПК-1.1. Использует методологию юридической науки и современные цифровые технологии в целях анализа основных закономерностей формирования, функционирования и развития права;	Отчёт
11	ОПК 2.1. Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Отчёт
12	ОПК-3.П.1 Самостоятельно структурирует исходные данные, организует собственную научную работу ОПК-3.П.2 Выполняет анализ информации, представляет результаты анализа в виде систематизированного обзора	Доклад
13	ОПК-5.П Систематизировано использует существующие программные наработки и при необходимости дорабатывает их для решения практических задач	Отчёт
14	ОПК-6.П Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
15	ОПК-7.П Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы	Работа на назначенных встречах в течение семестра
16	ОПК-9.1. Знает инструменты и методы коммуникаций в проектах; каналы коммуникаций в проектах; модели коммуникаций в проектах; технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии, технологии подготовки и проведения презентаций.	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра
17	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной и предметной областей	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
18	ПКП-4-ИИР-ПК-2.1. Настраивает программное обеспечение и участвует в разработке программных компонентов систем искусственного интеллекта	Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
19	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт
20	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1. Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт

21	ПКП-7-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения поставленной задачи	Отзыв научного руководителя Работа на назначенных встречах в течение семестра Отчёт

3.1.3.4. Рекомендуемая форма отчета о практике

1. Титульный лист.
2. Содержание отчета.
3. Введение.
4. Основные результаты практики.
5. Заключение (основные выводы и предложения).
6. Список использованных литературных источников и информационных материалов.
7. Перечень использованного оборудования, в том числе оборудования Научного парка СПбГУ.
8. Приложения (индивидуальное задание на производственную практику, календарный график выполнения работ, дополнительные таблицы, рисунки, графики, отзыв представителя организации).

Рекомендуемые формы отзыва руководителя и титульного листа на следующих двух страницах.

Отзыв о прохождении Производственной практики 1 (научно-исследовательская работа)

Студент	Фамилия Имя Отчество
Дата	ДД месяц ГГГГ

Обучающийся ФИО в ходе прохождения Производственной практики 1 (научно-исследовательская работа) своевременно / качественно / несвоевременно / некачественно выполнил следующие задачи:

(перечисление задач)

В ходе работы обучающийся ФИО активно / неактивно взаимодействовал с научным руководителем, своевременно выполнял / не выполнял поставленные задачи, проявлял / не проявлял самостоятельность, оперативно устранял / не устранял вовремя выявленные замечания к работе.

Опционально:

Дополнительно прилагаю отзывы консультанта (положительный / с замечаниями / отрицательный), внешней организации (положительный / с замечаниями / отрицательный).

Рекомендую положительно аттестовать / не аттестовать обучающегося.

Руководитель учебной практики, ФИО / подпись /
 ученое звание
 ученая степень

Санкт-Петербургский государственный университет
Искусственный интеллект и наука о данных

Фамилия Имя Отчество

Тема практики

Отчёт о прохождении Производственной практики 1 (научно-исследовательская
работа)

Научный руководитель:

Учёная степень, должность, И.О. Фамилия

Консультант:

Учёная степень, организация, должность, И.О. Фамилия

Санкт-Петербург
год

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению практик (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ)

Лица, допущенные к проведению практики	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Координатор практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Руководитель практики	Высшее техническое, высшее педагогическое
• Научный руководитель/директор клиники	Высшее техническое
• Директор ресурсного центра Научного парка	Высшее техническое
Представители работодателей (ИС Партнер) (определяются актуальным оглашением/договором)	
• Руководитель практики	Высшее техническое
• Куратор	Высшее техническое
• Иные	Высшее техническое

3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом (раздел обязательный для заполнения при проведении практики в Научном парке СПбГУ (уточняется в профильном управлении))

☐ да ☒ нет

(указать, какой персонал, если ответ «да»)

Учебно-вспомогательный и (или) иной персонал	Образование/квалификация
Работники СПбГУ:	
• Тьютор	
• Специалист клиники	
• Специалист ресурсного центра Научного парка	
• Иные	

3.3. Материально-техническое обеспечение (указать перечень оборудования)

В компьютерных аудиториях необходимо наличие современных рабочих станций.

☐ отметить, если предусмотрено прохождение практики на модернизированном в течение последних пяти лет научном оборудовании с использованием актуального специализированного программного обеспечения и др. средств

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может быть задействовано оборудование РЦ ВЦ СПбГУ: Ферма виртуальных вычислителей на базе вычислительного комплекса HP — Вычислительный комплекс на базе 4 шасси HP BLc7000, 60 блейд-серверов HP BL460c

G6(32),G7(28). В составе узла 2 (два процессора) Intel Xeon 5675,12 ядер, 96 GB оперативной памяти, 8 портов InfiniBand 4X QDR со скоростью 40 Гб/с, 8 портов virtual connect 10 Гбит/c ethernet.

Оборудование РЦ предполагается использовать в случае наличия необходимых для выполнения работы расходных материалов, исправности оборудования, наличия штатного специалиста и при текущей загрузке оборудования менее 70 %. Подробный план-график исследований в РЦ ВЦ, включающий виды и объем исследований, должен согласовываться руководителем практики с директором ресурсного центра не менее чем за месяц до начала практики. Ограничить численность обучающихся при посещении РЦ.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

В случае прохождения в СПбГУ, по заявке может потребоваться доступ к любой реализации MPI версии 2, включая открытые, установленной на вычислителях РЦ ВЦ СПбГУ.

3.3.5 Перечень, объемы и характеристики требуемых расходных материалов Требования отсутствуют. При необходимости для прохождения практики расходные материалы обеспечиваются самими студентами в индивидуальном порядке.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

Отсутствует

3.4.3 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

Раздел 4. Разработчик (-и) программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Луцив Дмитрий Вадимович	к.ф.-м.н.		доцент	d.lutsiv@spbu.ru

Сартасов Станислав Юрьевич			старший преподаватель	stanislav.sartasov@spbu.ru
Литвинов Юрий Викторович	к.т.н.		старший преподаватель	y.litvinov@spbu.ru
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Научный семинар
Scientific Seminar

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 074345

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Научный семинар» входит в перечень дисциплин направления бакалавриата «Искусственный интеллект и наука о данных», формирующих дополнительную подготовку бакалавров в области искусственного интеллекта и в области науки о данных. Данная дисциплина развивает навыки, необходимые для проведения научных исследований на всех этапах: от создания гипотезы исследования, до поиска релевантных источников литературы, подготовки выступлений, написания отчётов, статей и других научных работ.

Отдельные параметры дисциплины могут существенно варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся и их потребностей по усилению, повтору или закреплению на практике соответствующих аспектов их профессиональной подготовки.

Основным методологическим принципом построения программы дисциплины, равно как и всей концепции обучения, основам программирования, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком языковом и концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение обучающихся основным проведения научных исследования и представления результатов их результатов в письменной и устной форме.

Задачи:

- Познакомиться с принципами построения и проведения современных научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта и науки о данных.
- Изучить процесс построения научного исследования, от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.
- Изучить основные понятия научных исследований и их суть: цель, задачи, теоретическую и практическую значимость, научную новизну и т.д.
- Познакомиться с требованиями и стандартами в области подготовки отчётов о результатах научно-исследовательских работ, диссертаций на соискателя учёной степени, выпускных квалификационных работ и т.д.
- Изучить процесс составления технического задания, ведения переговоров и проведения научно-исследовательских работ по заказу государственных и частных предприятий.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа дисциплины в первую очередь предназначена обучающимся бакалавриата и рассчитана на формирования специфических навыков проведения научных исследований и представления их результатов. Максимальная эффективность Программы будет обеспечена при следующем условии: обучающийся владеет базовыми математическими понятиями и навыками программирования на языке высокого уровня.

1.2.1 Требуемые компетенции

Отсутствует.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины.

Результатами обучения являются следующие практические умения и навыки:

1. Знакомство с принципами построения и проведения современных научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта и науки о данных.
2. Изучен процесс построения научного исследования, от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.

3. Изучены основные понятия научных исследований и их суть: цель, задачи, теоретическую и практическую значимость, научную новизну и т.д.
4. Знакомство с требованиями и стандартами в области подготовки отчётов о результатах научно-исследовательских работ, диссертаций на соискателя учёной степени, выпускных квалификационных работ и т.д.
5. Изучен процесс составления технического задания, ведения переговоров и проведения научно-исследовательских работ по заказу государственных и частных предприятий.

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины. Для оценки достижения компетенций применяются следующие индикаторы.

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3
1	Общепрофессиональные	ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1 решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
		ОПК-4. Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	ОПК-4.1 Знать основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы
		ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.
2	Профессиональные компетенции	ПКА-1-ИИ-УК-1. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности
		ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических

			процессов
		ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной предметной области
3	Универсальные компетенции	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
		УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 Применяет навыки деловой коммуникации при переписке по электронной почте

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем												Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекция	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)	итоговая аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7		16							2				48		6		10	2
		1-25							1-25				1-1		1-1			
Семестр 8		16							2		20		10		60		10	3
		1-25							1-25		1-25		1-1		1-1			
ИТОГО		32							4		20		58		66			5

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программы итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			зачёт на основе защиты выполненного проекта	по графику промежуточной аттестации		
Семестр 8			зачёт на основе защиты выполненного проекта	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7,8

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
Семестр 7			
I.	Принципы построения и проведения современных научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта и науки о данных.	семинары	6
		по методическим материалам	15
II.	Процесс построения научного исследования, от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.	семинары	6
		по методическим материалам	15
III.	Основные понятия научных исследований и их суть: цель, задачи, теоретическую и практическую значимость, научную новизну и т.д. Структурные составляющие исследований	семинары	4
		по методическим материалам	18
	Промежуточная аттестация	Сам. работа	6
		Промежуточная аттестация (зачет)	2
Семестр 8			
IV.	Требования и стандарты в области подготовки отчётов о результатах научно-исследовательских работ, диссертаций на соискателя учёной степени, выпускных квалификационных работ и т.д.	семинары	8
		под руководством	10
		по методическим материалам	5
V.	Процесс составления технического задания, ведения переговоров и проведения научно-исследовательских работ по заказу государственных и частных предприятий.	семинары	8
		под руководством	10
		по методическим материалам	5
	Промежуточная аттестация	Сам. работа	60
		Промежуточная аттестация (зачет)	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, а также подготовленных преподавателем и обучающимися электронных материалов.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта, 4) прохождение теста. Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 21 баллов. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Посещение занятий и активная работа на них	19 баллов
Выполнение самостоятельных работ, готовность к занятиям	12 баллов
Итоговый проект	64 балла
Тест	5 баллов

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищён доклад	64 балла
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	42 балла
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	26 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	зачет
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	
от 50 до 60	E	
менее 50	F	незачет

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-3.1 решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Подготовка итогового проекта
2	ОПК-4.1 Знать основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы	Подготовка отчёта итогового проекта
3	ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.	Подготовка итогового проекта
4	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Подготовка итогового проекта
5	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Подготовка отчёта итогового проекта
6	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной предметной области	Подготовка отчёта итогового проекта
7	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Подготовка отчёта итогового проекта
8	УК-4.1 Применяет навыки деловой коммуникации при переписке по электронной почте	Подготовка и выступление с устным докладом по итогам проекта

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

- ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
- ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ПКА-1-ИИ-УК-1 Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1 Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

☐ Формируется дисциплиной.

☐ Развивается дисциплиной.

✓ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется при ответах на вопросы зачета, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

В целях текущего контроля успеваемости обучающихся будут предложены задания, направленные на подготовку их выпускной квалификационной работы или иных научно-исследовательских работ. Обучающиеся будут готовить тексты работы и презентации к последним, используя любые программно-технические решения. В отдельных случаях при наличии договоренности со обучающимся возможна подготовка научной статьи в одном из принятых в рецензируемых научных изданиях формате.

Примеры возможных задач:

- 1) Корректное представление формул, картинок, таблиц в документе;
- 2) Организация списка литературы документа;
- 3) Приведение текста работы к требуемому шаблону;
- 4) Подготовка презентации;
- 5) Создание шаблона для ряда документов;

И так далее.

Примеры тестовых вопросов:

1. ____ исследования ориентированы на теоретические и экспериментальные научные исследования основополагающих явлений, и поиск закономерностей, руководящих ими и ответственных за форму, строение, состав, структуру и свойства, протекание процессов, обусловленных ими.
 - Фундаментальные
 - Трендовое
 - Аналитическое
 - Выборочное
2. Верны ли определения?

А) В теоретически ориентированном исследовании приоритет отдаётся научным задачам, в практически ориентированном – прикладным.

В) В теоретически ориентированном исследовании приоритет отдаётся прикладным, в практически ориентированном - научным задачам.

Подберите правильный ответ

- А — нет, В — нет
 - А — да, В — да
 - **А — да, В — нет**
 - А — нет, В — да
3. ____ — вторичная информация, содержащаяся в первичных научных документах.
- Научная
 - Релевантная
 - **Реферативная**
 - Обзорная
4. ____ — это часть диссертации, которая выполняет роль окончания работы, обусловленной логикой проведения исследования, которая носит форму синтеза накопленной в основной части научной информации, это последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.
- **Заключение**
 - Оглавление
 - Основная часть
 - Введение
5. ____ — научное произведение, выполненное в форме рукописи, научного доклада, опубликованной монографии или учебника, служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно-исследовательский уровень исследования, представленного на соискание ученой степени.
- Курсовая работа
 - Бакалаврская работа
 - Творческая работа
 - **Диссертация**
6. Научная значимость диссертации — возможность использования основных выводов проведенного исследования в дальнейшей разработке актуальных проблем теории и методологии какой-либо науки, различных ее отраслей.
- да
 - нет
7. Научная гипотеза относится к:
- Техническим средствам познания
 - Трансцендентным средствам познания
 - **Концептуальным средствам познания**
8. При цитировании:
- **Каждая цитата сопровождается указанием на источник**
 - Происходит передача основного смысла
 - Все варианты правильны
9. Обоснованное представление об общих результатах исследования:
- Задача исследования
 - Гипотеза исследования
 - **Цель исследования**
10. Область действительности, которую исследует наука:
- Предмет исследования
 - **Объект исследования**
 - Логика исследования

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К проведению занятий должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном. Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Процесс обучения должен сопровождаться демонстрацией работы программного обеспечения, подготовленного преподавателем и обучающимися. Необходим доступ в интернет, в том числе, чтобы пользоваться справочными сервисами и сервисами онлайн работы СПбГУ.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Nambudiripad K. B. M. LATEX for Beginners. Alpha Science Internation Limited, 2014. 342 p. [Электронный ресурс]
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1878062&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Kottwitz S. LaTeX Cookbook. 2015, Packt Publishing. 361 p. [Электронный ресурс]
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1087966&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Шестакова Е. С. Успешная короткая презентация. – "Издательский дом" Питер"", 2014.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRU/BOOK books341431&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

4. Лазарев, Д. Презентация: Лучше один раз увидеть! / Лазарев Д. - Москва: Альпина Пабли., 2016. - 126 с.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab07918a&AN=spsu.znaniy42892&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. Печенёва, Т. А. Ораторское искусство / Т. А. Печенёва. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2015. — 183 с. — ISBN 978-5-9765-2455-2. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab07918a&AN=spsu.lanbook72676&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Хлобыстова Анастасия Олеговна		старший преподаватель	a.khlobystova@spbu.ru
Олисеенко Валерий Дмитриевич		старший преподаватель	v.oliseenko@spbu.ru
Корепанова Анастасия Андреевна		старший преподаватель	a.korepanova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экономико-правовые вопросы программного обеспечения и искусственного
интеллекта
Economic and Legal Issues of Software and Artificial Intelligence**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074347

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью программы является формирование у обучающихся представления об аспектах этического и правового характера разработки, изучения и внедрения технологий искусственного интеллекта в различных сферах.

Задачи курса:

1. Ознакомление с основными правовыми вопросами технологий ИИ.
2. Изучение этической стороны применения ИИ.
3. Ознакомление с особенностями подходов к этико-правовым вопросам в разных странах.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: знаком с основами разработки систем искусственного интеллекта.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-4 — Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	Знать основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы Уметь применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы	ОПК-4.1. Знает основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы

ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Знать: рациональные способы анализа и разработки организационно-технических процессов с применением методов системного анализа Уметь: самостоятельно анализировать и разрабатывать организационно-технические процессы с применением методов системного анализа	ОПК-6.1 Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Уметь: разрабатывать алгоритм в соответствии с этапами решения задачи Знать: основные алгоритмические конструкции, методы программирования	ОПК-7.1 Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы
ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	Знать: текущее состояние информационного общества и роль искусственного интеллекта в его развитии Уметь: анализировать сущность и значение искусственного интеллекта в развитии современного информационного общества	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: рынок информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, автоматизирующих организационно-технические и экономические процессы Уметь: выбирать рациональные решения в области информационных технологий и систем искусственного интеллекта при построении организационно-технических и экономических процессов	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	12	22							2				64		8		10	3
	1-20	1-20							1-20				1-1		1-1			
ИТОГО	12	22							2				64		8			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			зачёт, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВВЕДЕНИЕ.	лекции	2
		семинары	5
		по методическим материалам	16
II.	ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ИИ	лекции	4
		семинары	6
		по методическим материалам	16
III.	ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИИ.	лекции	4
		семинары	6
		по методическим материалам	16
IV.	ОБРАБОТКА ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ.	лекции	2
		семинары	5
		по методическим материалам	16
V.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (сам.раб.)	8
		зачет	2

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и семинаров, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме устного зачета, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) результаты зачета.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине. За выступление обучающийся может получить до 50 баллов, за работу на занятиях — до 25 баллов, за выполнение самостоятельных работ — до 25 баллов.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении зачёта
от 90 до 100	A	Отлично-зачет
от 80 до 89	B	Хорошо-зачет
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	Удовлетворительно-зачет
от 50 до 60	E	
менее 50	F	Неудовлетворительно-незачет

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнить указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к зачету.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-3.1. Выбирает, применяет и адаптирует методы исследования для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности	Работа на занятиях в течение семестра.
2	ОПК-4.1. Знает основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы	Тестовые вопросы на самостоятельных работах.
3	ОПК-6.1 Аргументированно позиционирует свою научную и практическую работу в контексте разнообразных сфер человеческой деятельности	Работа на занятиях в течение семестра.
4	ОПК-7.1 Пользуется современными средствами и информационно-вычислительными ресурсами, в том числе общедоступными, при обработке данных в рамках научной работы	Контрольно-измерительные материалы устного зачета.
5	ПКА-1-ИИ-УК-1.1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Контрольно-измерительные материалы устного зачета.
6	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Контрольно-измерительные материалы устного зачета.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-4 - Способен участвовать в разработке стандартов, норм, правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью

- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования
- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта

□ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка тем докладов:

1. Правовые проблемы технологии искусственного интеллекта.
2. Обзор случаев злонамеренного использования технологии Deepfake.
3. Как охраняются изобретения и произведения, созданные ИИ.
4. Дискуссия на тему политики в области ИИ.
5. Значение технологий искусственного интеллекта в обеспечении безопасности государства.
6. Боевые роботизированные комплексы и боевые роботы.
7. Роль ИИ в административном управлении ИС.
8. Анализ данных в решении задач, оказывающих благотворительную помощь.
9. ИИ как помощник в области экономики и права.
10. Правовое регулирование сети Интернет.

Проверяемые компетенции: Все

Примеры тестовых вопросов:

1. Машинное обучение работает особенно эффективно, когда у поставленной задачи есть четкие правила и хорошо измеримый результат. Поэтому неудивительно, что главной ареной борьбы между ИИ и естественным интеллектом стали игры. В какую из этих игр машины пока играют не лучше людей?
 - Шахматы
 - Шашки
 - Покер
 - Dota 2
2. Что не входит в цели стратегии развития искусственного интеллекта в Российской Федерации, принятой в 2019 году?
 - Обеспечение ускоренного развития искусственного интеллекта для вхождения России в группу мировых лидеров глобального рынка искусственного интеллекта.
 - Создание возможностей для доминирования на рынке и получения долгосрочных конкурентных преимуществ.
 - Сохранение технологической независимости и конкурентоспособности страны.

- **Внедрение технологий искусственного интеллекта во все сферы хозяйства страны.**
3. Способен ли ИИ сравниться с человеческим интеллектом в общей совокупности способностей?
- Нет
 - **Нет, но технология уже близка к уровню мозга человека**
 - Да, уже создан искусственный сверхразум
4. Что такое Азиломарские принципы?
- **Этические принципы разработки систем, связанных с искусственным интеллектом, принятые на конференции в США в 2017 году**
 - Другое название трёх законов робототехники, принятое в массовой культуре.
 - Система принципов, на которой базируется законодательство в области разработки систем искусственного интеллекта.
 - Постулаты волновой теории, описывающие и объясняющие механизмы распространения волн, в частности, световых.
5. В каком году было подписано первое в истории соглашение по искусственному интеллекту?
- **В 2021.**
 - Оно ещё не было подписано.
 - В 1941 году.
 - В 1944 году.
6. Современную историю искусственного интеллекта связывают с появлением обучающих алгоритмов. Их существует множество типов, и среди них — алгоритмы сортировки. Какой из них считается самым простым?
- **Пузырьковая сортировка**
 - Сортировка вставками.
 - Сортировка выбором.
7. Что такое «сквозные» технологии, согласно Федеральному проекту «Цифровые технологии».
- **Ключевые научно-технические направления, оказывающие наиболее сильное влияние на развитие современной экономики, проникая во все или многие ее отрасли.**
 - Технологии, использующие сквозное шифрование, то есть способ передачи данных, в котором только пользователи, участвующие в общении, имеют доступ к сообщениям.
 - Научно-техническое направление, в рамках которого ставятся и решаются задачи по аппаратному и программному моделированию видов человеческой деятельности, которые относятся к интеллектуальным.
 - Двигатель экономического развития, их развитие способствует созданию новых технологий, продуктов, отраслей промышленности, вызывая принципиальные изменения в экономической структуре общества, глубоко меняя производство, образ жизни и мышления людей.
8. Что такое системы социального рейтинга
- Система оценки и учёта учебных результатов школьников.
 - Оценки профиля в социальных сетях ВКонтакте и Одноклассники.
 - Система отзывов о работе государственных органов через госуслуги.
 - **Оценивание участников общественных отношений по каким-либо социально значимым параметрам.**
9. Ещё одной сферой применения ИИ является искусство. Уже существует приложение, которое умеет превращать картины Моне в фотографии. Следующим шагом стало обучение собственно рисованию. Новая программа от Google научилась рисовать на основе эскизов, сделанных людьми. Что при этом учитывала программа?
- **Стиль и цветовую гамму, типичную для похожих изображений**

- Только конечный результат
- Концепцию (идею) рисунка.

10. Что такое автономная система вооружения?

- Систем вооружения, использующая ИИ для обнаружения целей.
- Многокомпонентная система вооружения, автоматически синхронизирующая свои компоненты.
- Оружие, которое может выбирать и атаковать цели без вмешательства человека.
- Роботизированная система вооружения, способная перемещаться самостоятельно.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента, а также главные и ведущие специалисты в этой области. Допускается проведение занятий обучающимся в магистратуре и аспирантуре (под руководством научного руководителя) для прохождения педагогической практики.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Нагродская В.Б. Новые Технологии (Блокчейн / Искусственный Интеллект) На Службе Права [Электронный Ресурс]: Научно- Методическое Пособие / Под Ред. Л.А. Новоселовой — М.: Проспект, 2019. Проспект, 2019. — ЭР по подписке СПбГУ:

- <https://proxy.library.spbu.ru:2230/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.geotarISB N9785392291656&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Синицын С.А. Российское и Зарубежное Гражданское Право в Условиях Роботизации и Цифровизации. Опыт Междисциплинарного и Отраслевого Исследования. — Издательство “Infotropic Media”, 2021. — 212 с. — ISBN: 978-5-9998-0371-9 — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru:2230/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook234347&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
 3. Арзуманян А.Б. Международные Стандарты Защиты Интеллектуальной Собственности. — Южный федеральный университет; 2019. — 96 с. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru:2230/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.znaniy357421&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
 4. Blackford R., Broderick D. Intelligence Unbound: The Future of Uploaded and Machine Minds. — Wiley-Blackwell; 2014. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru:2230/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=792111&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
 5. Шиповалова Л.В., Дудник С.И., ред. Философская Аналитика Цифровой Эпохи: Сб. Науч. Статей. — Санкт-Петербургский государственный университет, 2020. — 368 с. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru:2230/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks379683&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Должность	Контактная информация
Корепанова Анастасия Андреевна	старший преподаватель кафедры информатики	a.korepanova@spbu.ru
Бушмелев Федор Витальевич	старший преподаватель кафедры информатики	f.bushmelev@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Алгоритмы для больших данных
Algorithms for Big Data

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 074348

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целями освоения дисциплины «Алгоритмы для больших данных» являются ознакомление студентов с основными методами обработки больших данных, формирование понимания внутреннего устройства, механики работы, области применимости существующих решений; получение студентами практических навыков анализа больших массивов информации. После прохождения данного курса студенты должны уметь выбирать подходящие модели обработки данных в зависимости от их объемов и предполагаемой нагрузки.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках бакалаврской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и (или) групповые особенности обучающихся.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: имеет представление о принципах проектной работы, умеет программировать.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	Знать: принципы работы современных информационных технологий и программных средств для анализа больших данных Уметь: применять современные информационные технологии и программные средства для анализа больших данных	ОПК-2.2 Понимает принципы работы современных информационных технологий и программных средств
ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	Уметь: обобщать организационно-технические требования к системе и формализовывать их в техническом задании	ОПК-6.1. Анализирует и разрабатывает организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Знать: актуальные инструменты и методы Уметь: реализовывать проекты	ОПК-7.2. Разрабатывает алгоритмы и программы для анализа больших данных
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять	Знать: организационные особенности применения компонентов и методов,	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических

организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	используемых для анализа больших данных Уметь: обобщать требования к системе и формализовывать их в техническом задании	и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: ограничения методов и аппаратных и программных компонентов, используемых для анализа больших данных Уметь: обосновывать выбор методов и аппаратных и программных компонентов для решения задач проектирования сложных систем	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области
ПКП-4-ИИР-ПК-2 —Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: современные языки программирования, библиотеки и программные платформы для функционального, логического, объектно-ориентированного программирования приложений систем искусственного интеллекта Уметь: разрабатывать программные приложения систем искусственного интеллекта, с использованием современных языков программирования, библиотек и программных платформ функционального, логического, объектно-ориентированного программирования	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2. Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: классические методы и алгоритмы машинного обучения Уметь: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: функциональные возможности современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения Уметь: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки моделей машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач

ПКП-7-ИИР-ПК-6 — Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов	Знать: принципы построения систем искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта Уметь: решать задачи по выполнению коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования системы искусственного интеллекта на основе искусственных нейронных сетей	ПКП-7-ИИР-ПК-6.2. Разрабатывает системы искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств
ПКП-9-ИИР-ПК-8 — Способен разрабатывать системы анализа больших данных	Знать: устройство и принципы работы систем обработки и анализа больших массивов данных (SQL, NoSQL, Hadoop, ETL) Уметь: разрабатывать программное обеспечение для анализа больших данных	ПКП-9-ИИР-ПК-8.2. Разрабатывает программные компоненты обработки, удаленной, распределенной и объединенной аналитики, использования результатов анализа, описания и управления качеством и достоверностью больших данных
УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: теоретические основы поиска, критического анализа и синтеза информации Уметь: находить подходящую по тематике литературу и систематизировать предыдущие результаты исследований по теме дисциплины	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Уметь: использовать методы работы с информацией	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	12		2	14					2				60		18		10	3
	5-30		1-1	5-30					1-1				1-1		1-1			
ИТОГО	12		2	14					2				60		18			3

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ	лекции	2
		практические занятия	0
		сам. работа по методическим материалам	10
II.	МОДЕЛЬ MAPREDUCE. ПОТОКИ ДАННЫХ	лекции	2
		практические занятия	2
		сам. работа по методическим материалам	12
III.	ОСНОВЫ СИСТЕМ HADOOP И SPARK	лекции	0
		практические занятия	4
		сам. работа по методическим материалам	10
IV.	АЛГОРИТМЫ НА БОЛЬШИХ ДАННЫХ	лекции	6
		практические занятия	6
		сам. работа по методическим материалам	18
V.	СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ	лекции	2
		практические занятия	2
		сам. работа по методическим материалам	10
VI.	Промежуточная аттестация	промежуточная аттестация (экзамен)	2
		консультация	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	18

Тема 1. Введение в анализ больших данных. Как алгоритмы для больших данных отличаются от обычных?

Тема 2. Модель MapReduce. Потоки данных.

Тема 3. Основы систем Hadoop, Spark.

Тема 4. Алгоритмы на больших данных: кластеризация, понижение размерности, популярные предметные наборы и ассоциативные правила. Рекомендательные системы и интернет-реклама. Анализ и обработка данных из социальных сетей

Тема 5. Применения алгоритмов обработки больших данных в задачах принятия решений. Архитектура систем обработки больших данных

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена, включающего ответ на теоретический вопрос и защиту итогового проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) домашнее задание (техническое задание на выполнение проекта, включающего обработку больших данных), 2) контрольная работа (письменный ответ на вопрос по курсу и решение задачи) 3) экзамен (устный ответ на теоретический вопрос и защита итогового проекта). Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Домашнее задание	20 баллов
Контрольная работа	30 баллов
Экзамен	50 баллов

Домашнее задание представляет собой подготовку технического задания на выполнение проекта, включающего обработку больших данных. Техническое задание включает анализ существующей ситуации и выбор проблематики для реализации технологического решения, первичное проектирование системы, проработку основного функционала. Критерии оценивания приведены ниже, баллы по всем критериям суммируются.

Домашнее задание оценивается в соответствии со следующими критериями:

Описание проблематики и требований к разрабатываемой системе	5 баллов
Описание и обоснование планируемых методов и инструментов	5 баллов
Обозначены и обоснованы сроки выполнения проекта	5 баллов

Документ оформлен в соответствии с требованиями	5 баллов

Контрольная работа проводится письменно, в аудитории, студенту разрешается пользоваться собственным конспектом. Обучающемуся задаётся один вопрос, ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результат умножается на 3.

Экзамен состоит из двух частей. Первая - теоретическая. Студент письменно отвечает на теоретический вопрос. Ответ оценивается от 0 до трех баллов в зависимости от его полноты (0 – нет ответа, 1 – неполный ответ на вопрос, 2 – полный ответ с недочетами в обосновании или примерах, 3 – полный ответ с обоснованием вывода и примерами).

Вторая часть -- защита проекта. Студент представляет свой проект, выполненный в рамках курса. При оценке защиты проекта оценивается качество презентации, в частности подробность и понятность задачи и описания решения. Презентация оценивается от 0 до 3 баллов (0 – нет презентации; 1 – пропущены детали описания или обоснования выбора методов; 2 – полная презентация с подробным описанием решения и постановки задачи, недочеты в применении методов или ответах на дополнительные вопросы; 3 – полная презентация с подробным описанием решения и постановки задачи, правильные ответы на дополнительные вопросы).

Сам проект оценивается на соответствие техническому заданию, подготовленному в первом модуле и согласованному с преподавателем. 4 балла выставляется, если ТЗ соблюдено в полном объеме. 3 балла -- если есть незначительные отступления, не влияющие в целом на качество проекта (например, тестирование на меньших объемах данных). 1 или 2 балла выставляются, если есть существенные отступления от проекта. 0 баллов ставится за не выполненную работу.

Оценки по трем указанным критериям суммируются и умножаются на 5.

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнять указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2

1	ОПК-2.2 Понимает принципы работы современных информационных технологий и программных средств	Устный ответ на теоретический вопрос и защита итогового проекта на экзамене.
2	ОПК-6.1. Анализирует и разрабатывает организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа	Домашние задания в течение семестра.
3	ОПК-7.2. Разрабатывает алгоритмы и программы для анализа больших данных	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
4	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе.
5	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области	Домашние задания в течение семестра, письменный ответ на вопрос по курсу и решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
6	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2. Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
7	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3. Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Устный ответ на теоретический вопрос и защита итогового проекта на экзамене.
8	ПКП-6-ИИР-ПК-5.2. Разрабатывает модели машинного обучения для решения задач	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
9	ПКП-7-ИИР-ПК-6.2. Разрабатывает системы искусственного интеллекта на основе моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
10	ПКП-9-ИИР-ПК-8.2. Разрабатывает программные компоненты обработки, удаленной, распределенной и объединенной аналитики, использования результатов анализа, описания и управления качеством и достоверностью больших данных	Домашние задания в течение семестра, решение задачи на контрольной работе, защита итогового проекта на экзамене.
11	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Устный ответ на теоретический вопрос и защита итогового проекта на экзамене.

12	УКБ-3.1 Владеет методами работы с информацией	Письменный ответ на вопрос по курсу на контрольной работе, устный ответ на теоретический вопрос на экзамене.

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности

☐ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ОПК-6 — Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

☐ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

☐ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта

☐ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта

☐ Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-4-ИИР-ПК-2 — Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 — Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- ПКП-6-ИИР-ПК-5 — Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- ПКП-7-ИИР-ПК-6 — Способен создавать и поддерживать системы искусственного интеллекта на основе нейросетевых моделей и методов
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- ПКП-9-ИИР-ПК-8 — Способен разрабатывать системы анализа больших данных
 - ✓ Формируется дисциплиной.
 - Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
 - Формируется дисциплиной.
 - ✓ Развивается дисциплиной.
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.
- УКБ-3 — Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности
 - Формируется дисциплиной.

✓ Развивается дисциплиной.

□ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример задания для домашней работы

Разработать техническое задание на выполнение проекта. При оценке работы учитывается корректность постановки проблемы, по-дробность и детальность описания проекта и требования к разрабатываемой системе. Примеры тем проектов

- Подготовить техническое задание для системы, рекомендуемой пользователю социальной сети людей, которых он может знать.

Проверяемые компетенции: ОПК-6, ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-2-ИИР-ОПК-2, ПКП-3-ИИР-ПК-1, ПКП-5-ИИР-ПК-4, УК-1, УКБ-3

Пример задания для контрольной работы

Теоретические вопросы:

1. Метод наименьших квадратов применительно к задаче линейной регрессии.
2. Логистическая регрессия.
3. Наивный классификатор Байеса.
4. Алгоритм k-means.
5. Алгоритм k-means, реализация в рамках парадигмы Map Reduce.
6. Регуляризация метода наименьших квадратов.

Примеры задач:

1. Для заданной матрицы предпочтений восстановите неизвестные значения методом ближайших соседей, используя косинусную меру схожести.
2. Для заданного набора данных найдите ассоциативные правила с достоверностью не меньше 75% и выведите 3 с наибольшим значением поддержки.

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ПКП-6-ИИР-ПК-5

Примеры вопросов для экзамена

Темы теоретических вопросов:

1. Определение больших данных, ключевые характеристики. Примеры задач больших данных. Основные виды данных.
2. Корреляция и регрессионный анализ. Коэффициент корреляции. Графическое представление. Постановка задачи регрессионного анализа. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Привести примеры использования регрессионного анализа.
3. Классификация. Признаковое описание объекта и таблица объект--свойства. Постановка задачи. Отличия задачи классификации от задачи регрессии. Определение модели и алгоритма. Процесс обучения. Проблема переобучения. Регуляризация. Cross validation. Привести примеры использования алгоритмов классификации.
4. Кластеризация. Метрики. Матрица парных расстояний. Постановка задачи кластеризации. Отличие от задачи классификации. Привести примеры использования алгоритмов кластеризации.
5. Ассоциативные правила. Определение. Достоверность и поддержка. Отличия построения ассоциативного правила от решающего правила задачи классификации. Привести примеры использования ассоциативных правил.
6. Парадигма Map Reduce. Описать принцип работы. Нарисовать диаграмму. Перечислить слабые и сильные стороны. Обозначить области применимости. Привести примеры использования.
7. Визуализация. Дать определение визуализации. Показать важность визуализации в аналитике больших данных. Привести примеры использования визуализации.

8. «Жизненный цикл» проекта по аналитике больших данных. Типовая архитектура проекта в области больших данных. Перечислить используемые технологии, указать степень вовлеченности каждой из технологий на каждом этапе работы над проектом. Перечислить основные роли исполнителей проекта.

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7, ПКП-3-ИИР-ПК-1, ПКП-4-ИИР-ПК-2, ПКП-5-ИИР-ПК-4, ПКП-6-ИИР-ПК-5, ПКП-7-ИИР-ПК-6, ПКП-9-ИИР-ПК-8

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Требуется компьютерный класс. Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Leskovec J., Rajaraman A., Ullman J. D. Mining of massive data sets. – Cambridge university press, 2020.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cdsrep&AN=edsrep.a.bla.biomet.v74y2018i4p1520.1521&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Макшапов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. И. Большие данные. Big Data. – 2021.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook198599&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3. Ankam V. Big data analytics. – Packt Publishing Ltd, 2016.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1364660&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. Mishra R. K. PySpark Recipes: A Problem-Solution Approach with PySpark2. – Apress, 2017.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=1652042&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. Лэм Ч. Hadoop в действии. – Litres, 2022.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook39997&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент кафедры информатики	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Корепанова Анастасия Андреевна		старший преподаватель кафедры информатики	a.korepanova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Искусственный интеллект в медицине
Artificial Intelligence in Medicine**

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 074349

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Дисциплина «Искусственный интеллект в медицине» входит в перечень дисциплин направления бакалавриата «Искусственный интеллект и наука о данных», формирующих дополнительную подготовку бакалавров в области искусственного интеллекта и в области науки о данных. Данная дисциплина развивает навыки, необходимые для проведения научных исследований в области медицины на всех этапах: от уточнения элементов гипотезы исследования (полученные от профильного эксперта), проведения программных экспериментов, до поиска релевантных источников литературы, подготовки выступлений, написания отчётов, статей и других научных работ.

Отдельные параметры дисциплины могут существенно варьироваться по степени сложности в зависимости от уровня подготовки обучающихся и их потребностей по усилению, повтору или закреплению на практике соответствующих аспектов их профессиональной подготовки.

Основным методологическим принципом построения программы дисциплины, равно как и всей концепции обучения, основам программирования, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком языковом и концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение обучающихся основам применения методов и систем искусственного интеллекта в медицине и представления их результатов.

Задачи:

- Познакомиться с принципами построения и проведения современных научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта в медицине.
- Изучить процесс построения научного исследования, от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.
- Изучить способы хранения и визуализации медицинских данных в том числе в зависимости от типа проводимого анализа данных.
- Изучить процесс составления технического задания, ведения переговоров с медицинскими работниками, погружения в предметную медицинскую область.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Программа дисциплины в первую очередь предназначена обучающимся бакалавриата и рассчитана на формирования специфических навыков проведения научных исследований и представления их результатов. Максимальная эффективность Программы будет обеспечена при следующем условии: обучающийся владеет базовыми математическими понятиями и навыками программирования на языке высокого уровня.

1.2.1 Требуемые компетенции

Отсутствует.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины.

Результатами обучения являются следующие практические умения и навыки:

- Знакомство с принципами построения и проведения современных научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта в медицине.
- Изучен процесс построения научного исследования, от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.
- Изучены способы хранения и визуализации медицинских данных в том числе в зависимости от типа проводимого анализа данных.

- Изучен процесс составления технического задания, ведения переговоров с медицинскими работниками, погружения в предметную медицинскую область.

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины. Для оценки достижения компетенций применяются следующие индикаторы.

№	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
	1	2	3
1	Общепрофессиональные и профессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
		ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-3.1 решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
		ОПК-7. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-7.1 Уметь использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач с учетом особенностей технологии программирования
2	Профессиональные компетенции	ПКА-1-ИИ-УК-1. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности
		ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов
		ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной предметной области

		задач искусственного интеллекта	
		ПКП-4-ИИР-ПК-2 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта
		ПКП-5-ИИР-ПК-4 Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения
		ПКП-6-ИИР-ПК-5 Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
3	Универсальные компетенции	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
		УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	УКБ-1.1 способен определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, в т.ч. предпринимательский, в профессиональной сфере и управлять им на всех этапах его жизненного цикла исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в т.ч. финансовых
		УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации. УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации.

1.4. Перечень и объем активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам раб.)	промежуточная аттестация (сам раб.)			итоговая аттестация (сам раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	16		2	14					2				30		8		10	2
	1-25		1-25	1-25					1-25				1-1		1-1			
ИТОГО	16		2	14					2				30		8			2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 7			экзамен, на основе защиты выполненного проекта	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	Принципы построения и проведения научных исследований и разработок в области искусственного интеллекта в медицине.	лекции	2
		практические занятия	2
		по методическим материалам	6
II.	Процесс построения систем искусственного интеллекта в медицине: от создания и проверки гипотезы до поиска релевантных работ.	лекции	4
		практические занятия	3
		по методическим материалам	6
III.	Основные понятия искусственного интеллекта в медицине. Структурные составляющие исследований.	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	6
IV.	Требования и стандарты в области построения систем искусственного интеллекта в медицине. Вопросы этичности и защиты персональных данных.	лекции	3
		практические занятия	3
		по методическим материалам	6
V.	Процесс составления технического задания, ведения переговоров и проведения научно-исследовательских работ (в области искусственного интеллекта) по заказу государственных и частных медицинских предприятий.	лекции	4
		практические занятия	3
		по методическим материалам	6
VI.	Промежуточная аттестация	Консультация	2
		Промежуточная аттестация (сам. работа)	8
		Промежуточная аттестация (экзамен)	2

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекционных и практических занятий, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, а также подготовленных преподавателем и обучающимися электронных материалов.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме презентаций проекта, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) посещаемость и работа на занятиях, 2) выполнение самостоятельных работ с использованием методических материалов, готовность к занятиям, 3) разработка и защита собственного проекта, 4) прохождение теста. Правила защиты проекта (подготовки презентации и устного доклада) доводятся на одном из занятий в течение чтения дисциплины, отклонения от этих правил приводит к уменьшению баллов за презентацию и устного доклада от 1 до 21 баллов. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Посещение занятий и активная работа на них	19 баллов
Выполнение самостоятельных работ, готовность к занятиям	12 баллов
Итоговый проект	64 балла
Тест	5 баллов

Итоговый проект оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, сделан и защищён доклад	64 балла
Проект выполнен полностью, представлен текст отчёта, презентация по проекту, но устный доклад представлен не был	42 балла
Проект выполнен полностью, но представлен только текст отчёта	26 баллов
В остальных случаях	0 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично хорошо хорошо
от 80 до 89	B	
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	удовлетворительно
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Подготовка итогового проекта
2	ОПК-3.1 решает стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Подготовка итогового проекта
3	ОПК-7.1 Уметь использовать методы и приемы алгоритмизации поставленных задач с учетом особенностей технологии программирования	Подготовка текста отчёта итогового проекта
4	ПКА-1-ИИ-УК-1. Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Подготовка итогового проекта
5	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.1. Использует знания рынка информационных систем и информационно-коммуникационных технологий, методов математического моделирования и искусственного интеллекта для анализа и разработки организационно-технических и экономических процессов	Подготовка отчёта итогового проекта
6	ПКП-3-ИИР-ПК-1.1. Классифицирует и идентифицирует задачи систем искусственного интеллекта в зависимости от особенностей проблемной предметной области	Подготовка презентации итогового проекта
7	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта	Подготовка итогового проекта
8	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Подготовка итогового проекта
9	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи	Подготовка итогового проекта и отчёта к нему
10	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.	Подготовка итогового проекта и отчёта к нему

11	УКБ-1.1 способен определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, в т.ч. предпринимательский, в профессиональной сфере и управлять им на всех этапах его жизненного цикла исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в т.ч. финансовых	Выступление с итоговым проектом
12	УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации. УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации.	Выступление с итоговым проектом

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-3 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
- ОПК-7. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ПКА-1-ИИ-УК-1. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- ПКП-1-ИИР-ОПК-1. Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- ПКП-3-ИИР-ПК-1. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- ПКП-4-ИИР-ПК-2 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- ПКП-5-ИИР-ПК-4 Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- ПКП-6-ИИР-ПК-5 Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
- УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских
- УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется при ответах на вопросы экзамена, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

В целях текущего контроля успеваемости обучающихся будут предложены задания, направленные на подготовку проекта в области искусственного интеллекта в медицине (например, на данных с сайта <https://www.kaggle.com/> и других специфичных ресурсов). Обучающиеся будут составлять гипотезы, проверять их и строить системы искусственного интеллекта и машинного обучения. В отдельных случаях при наличии договоренности со обучающимися возможна подготовка научной статьи в одном из принятых в рецензируемых научных изданиях формате.

Примеры возможных задач:

- 1) Составить гипотезу исследования;
- 2) Проверить статистически корреляции между признаками;
- 3) Оформить техническое задание со слов заказчика;
- 4) Подготовка презентацию проекта;
- 5) Предложить релевантные методы ИИ и машинного обучения для решения поставленной задачи;

И так далее.

Примеры тестовых вопросов:

1. Искусственный интеллект в медицине не позволяет:
 - а. Помочь в разработке лекарственных средств
 - б. Проводить удалённый мониторинг
 - в. Принимать решения за лечащего врача
 - г. Подбирать индивидуальное лечение
2. Выберите области, в которых искусственный интеллект используется в медицине.
 - Создание диалоговых систем
 - Анализ аномалий на изображениях
 - Проверка гипотез
 - Ничего из вышеперечисленного
3. Ключевыми проблемами ИИ в медицине являются:
 - а. Возможность ИИ систем принимать неверные решения
 - б. Невозможность взятия ответственности ИИ системой
 - в. Трудность в интерпретируемости ИИ систем
 - г. Ничего из вышеперечисленного
4. Элементами цифрового здравоохранения являются:
 - Использование цифровых приборов для удалённого взаимодействия с врачём
 - Наличие сервисом для взаимодействия с врачём
 - Наличие личного врача для каждого пациента
 - Ничего из вышеперечисленного
5. Освобождения врачей от задачи протоколирования, необходимого для диагностирования заболеваний позволит:
 - Меньше работать
 - Уделять больше времени заботе о пациенте
 - Зарабатывать больше денег
 - Ничего не делать
6. Выберите верное утверждение
 - Аппарат математической статистики применим к анализу медицинских данных
 - К медицинским данным применимы только специфические методы машинного обучения
 - Система ИИ должна помочь врачу в постановке диагноза, а не заменить его
 - Ничего из вышеперечисленного

7. Выберите сферу в медицине, в которой ИИ наиболее слаб:
 - Анализ графического изображения анализов
 - **Проведение операций за хирургов**
 - Поиск аномалий в численных результатах анализов
 - Ничего из вышеперечисленного
8. Научная гипотеза в медицинском исследовании относится к:
 - Техническим средствам познания
 - Трансцендентным средствам познания
 - **Концептуальным средствам познания**
 - Ничего из вышеперечисленного
9. Роль виртуального ИИ врача заключается в:
 - Направлении на анализы
 - Постановки диагноза
 - **Сборе анамнеза и подготовки плана диагностики**
 - Ничего из вышеперечисленного
10. Для построения систем ИИ могут быть использованы следующие библиотеки:
 - **PyTorch**
 - **Scikit-learn**
 - **Matplotlib**
 - Music-Code

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться анкетирование или опрос в соответствии с методикой и графиком, утверждаемым в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Компьютерный класс с количеством рабочих мест соответствующим количеству обучающихся с учетом рабочего места преподавателя, мультимедийный проектор, доска. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном. Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Нет.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Процесс чтения лекций должен сопровождаться демонстрацией работы программного обеспечения, подготовленного преподавателем и обучающимися. Необходим доступ в интернет, в том числе, чтобы пользоваться справочными сервисами и сервисами онлайн работы СПбГУ.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Душкин, Р. В. Искусственный интеллект / Р. В. Душкин. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 280 с. — ISBN 978-5-97060-787-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook131703&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Чيو, К. Машинное обучение и безопасность : руководство / К. Чيو, Д. Фримэн ; перевод с английского А. В. Снастина. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 388 с. — ISBN 978-5-97060-713-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook131707&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : руководство / С. Рашка ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — ISBN 978-5-97060-409-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook100905&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. Шарден, Б. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python : учебное пособие / Б. Шарден, Л. Массарон, А. Боскетти ; перевод с английского А. В. Логунова. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 358 с. — ISBN 978-5-97060-506-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система— ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook105836&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-7462-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — ЭР по подписке СПбГУ:
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook160142&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8

- Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
- Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.	доцент	m.abramov@spbu.ru mva@dscs.pro
Олисеенко Валерий Дмитриевич		старший преподаватель	v.oliseenko@spbu.ru
Корепанова Анастасия Андреевна		старший преподаватель	a.korepanova@spbu.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

Интернет вещей
Internet of Things

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 074350

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Целью освоения дисциплины «Интернет вещей» является формирование у студентов представлений о современных технологиях, подходах и методов дизайна, разработки и тестирования встраиваемых и мобильных устройств и систем, а также об этических и социальных аспектах разработки и внедрения подобных устройств и систем. После прохождения данного курса студенты должны уметь ориентироваться в технических аспектах разработки сложных систем, таких как «умный дом» (smart home) или голосовой ассистент, и уметь проектировать подобные системы с учётом этических, культурных и социальных особенностей внедрения подобных систем.

Цели, задачи, содержание дисциплины, формы взаимодействия и содержания контрольных мероприятий, а также иные аспекты учебной дисциплины и связанных с ней аспектов учебного процесса, включая содержание, процесс и формы аттестации по учебной дисциплине, могут по усмотрению преподавателя быть адаптированы в стремлении учесть частично или полностью индивидуальные цели и задачи подготовки в рамках бакалаврской программы каждого обучающегося и (или) группы/подгруппы обучающихся, а также индивидуальные и(или) групповые особенности обучающихся.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для достижения максимальной эффективности Программы требуется выполнение следующих условий: имеет представление о принципах проектной работы, умеет программировать.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина способствует формированию следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Знать: принципы работы современных информационных технологий и программных средств в области интернета вещей Уметь: использовать при решении задач в области интернета вещей современные информационные технологии и программные средства	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: мировые тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий Уметь: применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе исследования мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий	ОПК-3.1. Находит и применяет актуальные методы и технологии для решения стандартных задач
ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для	Знать: актуальные инструменты и методы в области технологий интернета вещей	ОПК-7.1. Разрабатывает алгоритмы и программы для систем с применением

практического применения	Уметь: реализовывать проекты с использованием технологий интернета вещей	технологий интернета вещей
ПКА-1-ИИ-УК-1. Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности	Знать: текущее состояние информационного общества и роль искусственного интеллекта в его развитии Уметь: анализировать сущность и значение искусственного интеллекта в развитии современного информационного общества	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта	Знать: организационные особенности применения компонентов и методов, используемых в системах с применением технологий интернета вещей Уметь: обобщать требования к системе и формализовывать их в техническом задании	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта
ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знать: ограничения методов и аппаратных и программных компонентов, используемых в системах с применением технологий интернета вещей Уметь: обосновывать выбор методов и аппаратных и программных компонентов для решения задач проектирования сложных систем	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области
ПКП-4-ИИР-ПК-2 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта	Знать: основные типы данных, получаемые в системах с применением технологий интернета вещей, и их ограничения Уметь: реализовать сбор и хранение данных, получаемых в системах с применением технологий интернета вещей, и их ограничения	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта
ПКП-5-ИИР-ПК-4 Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач	Знать: классические методы и алгоритмы машинного обучения: предиктивные – обучение с учителем, дескриптивные – обучение без учителя Уметь: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор, настройку при необходимости разработку методов и алгоритмов для решения задач машинного обучения	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения

ПКП-6-ИИР-ПК-5 Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения	Знать: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач анализа данных и машинного обучения Уметь: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: Механизмы и методики поиска, анализа и синтеза информации, включающие системный подход в области образования Уметь: Анализировать задачу, выделять ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи	УК-1.1 Применяет методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников.
УКБ-1 Способен участвовать в разработке и реализации проектов, в т.ч. предпринимательских	Знать: возможности современных средств планирования, жизненный цикл проекта Уметь: определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, управлять им на всех этапах его жизненного цикла	УКБ-1.1 способен определять круг задач, планировать, реализовывать собственный проект, в т.ч. предпринимательский, в профессиональной сфере и управлять им на всех этапах его жизненного цикла исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в т.ч. финансовых
УКБ-3 Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности	Знать: значение информации в развитии общества, современные технологий цифровой экономики, искусственного интеллекта и науки о данных, а также информационной безопасности Уметь: точно определять тип и форму необходимой информации, проверять её достоверность	УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации. УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (10 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
I.	ВВЕДЕНИЕ В ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ	лекции	2
		практические занятия	0
		сам. работа по методическим материалам	6
II.	АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	лекции	2
		практические занятия	2
		сам. работа по методическим материалам	6
III.	СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ	лекции	4
		практические занятия	4
		сам. работа по методическим материалам	6
IV.	ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ	лекции	4
		практические занятия	6
		сам. работа по методическим материалам	6
V.	СЕРВИСЫ, ПРИЛОЖЕНИЯ И БИЗНЕС-МОДЕЛИ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	лекции	4
		практические занятия	2
		сам. работа по методическим материалам	6
VI.	Промежуточная аттестация	консультация	2
		промежуточная аттестация (экзамен)	2
		промежуточная аттестация (сам.раб.)	8

Тема 1. Введение в Интернет вещей

Определение понятия Интернет вещей. Примеры и основные области применения Интернета вещей. История появления и развития. Основные факторы, повлиявшие на развитие.

Тема 2. Аппаратная часть Интернета вещей.

Конечные устройства - контроллеры, датчики, актуаторы. Роль конечных устройств в архитектуре Интернета вещей. Примеры и основные области применения датчиков и актуаторов. Подключение датчиков и актуаторов к микроконтроллерам. Разница между микропроцессорами, микроконтроллерами и микрокомпьютерами. Ознакомление с линейкой микропроцессоров Arduino. Ознакомление с линейкой микрокомпьютеров Raspberry Pi.

Тема 3. Сетевые технологии и Интернет вещей.

Роль сетевых подключений в Интернете вещей. Проводные и беспроводные каналы связи. Протоколы IPv4 и IPv6. Принципы подключения устройств в сеть и способы передачи информации. Сетевые топологии, применяемые для подключения конечных устройств в сеть.

Тема 4. Обработка данных в Интернете вещей.

Примеры собираемых и обрабатываемых данных в IoT-системах. Большие Данные (Big Data). Основные характеристики Больших Данных: объем, скорость, разнородность, достоверность, ценность. Средства и инструменты статической обработки данных. Средства и инструменты потоковой обработки данных. Средства и инструменты хранения данных. Разнородность и семантика данных. Применение средств семантического веба для создания единой семантической модели в IoT-системах. Применение средств машинного обучения для обработки данных.

Тема 5. Сервисы, приложения и бизнес-модели Интернета вещей

Принципы проектирования и создания пользовательских приложений и сервисов на основе IoT-систем. Путь от IoT-прототипа до законченного продукта (сервиса). Обзор бизнес-моделей, применяемых для коммерциализации IoT-продуктов.

В зависимости от степени подготовленности группы, индивидуальных или групповых потребностей обучающихся состав и содержание тем, а также распределение часов между

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекция	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)			промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 7	16		2	14					2				30		8		10	2
	5-30		5-30	5-30					5-30				1-1		1-1			
ИТОГО	16		2	14					2				30		8			2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации							
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)		
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
Форма обучения: очная							
Семестр 7			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации			

темами, видами и формами учебных занятий могут быть модифицированы частично или полностью по усмотрению преподавателя.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, выполнению заданий на заданную тему, применению изученных навыков на практических занятиях. В результате обучающимся должен быть представлен итоговый проект по профессиональной коммуникации, оформленный с соблюдением всех требований, и проведена его публичная защита.

Дисциплина допускает реализацию в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки учебника и целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций, как очных, так и дистанционных с использованием современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающихся. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Промежуточная аттестация проходит в форме защиты итогового проекта, выполняемого в группе из 3-5 студентов, а также учитывает показатели работы слушателей курса в течение семестра. Критерии оценивания формируются исходя из данных показателей: 1) домашнее задание (техническое задание на выполнение проекта, связанного с использованием технологий Интернета вещей), 2) контрольная работа (письменный ответ на вопрос по курсу) 3) итоговый проект. Преподаватель имеет право добавлять дополнительные баллы за выдающиеся успехи обучающегося.

Распределение баллов по видам активности:

Домашнее задание	20 баллов
Контрольная работа	30 баллов
Экзамен (итоговый проект)	50 баллов

Задание представляет собой подготовку технического задания на выполнение проекта, связанного с использованием технологий Интернета вещей. Техническое задание включает анализ существующей ситуации и выбор проблематики для реализации технологического решения с применением Интернета вещей, первичное проектирование IoT-системы, проработку основного функционала, сетевых подключений, формата и типа пересылаемых данных, и т.д., выбор аппаратных и программных компонентов для реализации. Проект выполняется в группах 3-5 человек. Критерии оценивания приведены ниже, баллы по всем критериям суммируются.

Домашнее задание оценивается в соответствии со следующими критериями:

Описание проблематики и требований к разрабатываемой системе	5 баллов
Описание планируемых аппаратных и программных компонентов	5 баллов

Выбор методов и инструментов обоснован	5 баллов
Документ оформлен в соответствии с требованиями	5 баллов

Контрольная работа проводится письменно, в аудитории, студенту разрешается пользоваться собственным конспектом. Обучающемуся задаётся один вопрос, ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результат умножается на 3.

Экзамен проводится в формате защиты творческого проекта. Творческий проект является реализацией того проекта, для которого в рамках домашнего задания составлялось техническое задание. Выполняется в тех же группах студентов.

Защита проекта оценивается в соответствии со следующими критериями:

Проект выполнен в полном объеме	10 баллов
Идеи проекта оригинальны и проработаны по всем блокам тем, которые включены в тематический план курса	20 баллов
Выбор методов и инструментов обоснован в полном объеме	10 баллов
Презентация выполнена и представлена на итоговом занятии	5 баллов
Участники группы ответили на дополнительные вопросы	5 баллов

Максимальное количество баллов, которое может получить студент за изученный курс, составляет 100 баллов. Приведённые выше баллы указывают максимальные баллы, которые может получить слушатель по тому или иному показателю работы, из принятых по данной дисциплине.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Итоговое количество баллов	Оценка ECTS	Оценка при проведении экзамена
от 90 до 100	A	отлично
от 80 до 89	B	хорошо
от 70 до 79	C	
от 61 до 69	D	удовлетворительно
от 50 до 60	E	
менее 50	F	неудовлетворительно

Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию.

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

В течение семестра обучающийся должен выполнять указания преподавателя по различным видам работы и подготовке к экзамену.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ОПК-1.1 Применяет естественные, общественные, когнитивные науки и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Контрольно-измерительные материалы письменного ответа на вопрос по курсу в ходе контрольной работы.
2	ОПК-3.1. Находит и применяет актуальные методы и технологии для решения стандартных задач	Контрольно-измерительные материалы домашнего задания, итогового проекта

3	ОПК-7.1. Разрабатывает алгоритмы и программы для систем с применением технологий интернета вещей	Контрольно-измерительные материалы контрольной работы, итогового проекта
4	ПКА-1-ИИ-УК-1.1 Выбирает современные технологии и системы искусственного интеллекта для решения задач в профессиональной деятельности	Контрольно-измерительные материалы письменного ответа на вопрос по курсу в ходе контрольной работы.
5	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Решает задачи по построению организационно-технических и экономических процессов с применением информационных технологий и систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы домашнего задания, итогового проекта
6	ПКП-3-ИИР-ПК-1.2. Выбирает методы и инструментальные средства искусственного интеллекта для решения задач в зависимости от особенностей проблемной области	Контрольно-измерительные материалы контрольной работы, итогового проекта
7	ПКП-4-ИИР-ПК-2.2 Разрабатывает приложения систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы домашнего задания, итогового проекта
8	ПКП-5-ИИР-ПК-4.3 Принимает участие в оценке, выборе и при необходимости разработке методов машинного обучения	Контрольно-измерительные материалы домашнего задания, итогового проекта
9	ПКП-6-ИИР-ПК-5.1 Осуществляет оценку и выбор инструментальных средств для решения поставленной задачи	Контрольно-измерительные материалы итогового проекта

3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ОПК-3 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

☐ Формируется дисциплиной.

☒ Развивается дисциплиной.

☐ Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ОПК-7 — Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКА-1-ИИ-УК-1 — Способен планировать и организовывать свою деятельность в цифровом пространстве с учетом правовых и этических норм взаимодействия человека и искусственного интеллекта и требований информационной безопасности
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 — Способен анализировать, разрабатывать, внедрять и выполнять организационно-технические и экономические процессы с применением технологий и систем искусственного интеллекта
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-3-ИИР-ПК-1 — Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-4-ИИР-ПК-2 Способен разрабатывать и тестировать программные компоненты решения задач в системах искусственного интеллекта
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-5-ИИР-ПК-4 Способен разрабатывать и применять методы машинного обучения для решения задач
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

- ПКП-6-ИИР-ПК-5 Способен использовать инструментальные средства для решения задач машинного обучения
- Формируется дисциплиной.
- ✓ Развивается дисциплиной.
- Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.

Шкала оценивания: линейная, определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данные компетенции.

3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример задания для домашней работы

Разработать техническое задание для информационной системы. Примеры тем проектов

- Мониторинг температуры и влажности на фармацевтическом складе
- Система контроля и управления доступом в помещение
- Автоматический полив растений
- Адаптивное освещение

Проверяемые компетенции: ПКП-1-ИИР-ОПК-1, ПКП-3-ИИР-ПК-1,

Пример задания для контрольной работы

Примеры вопросов

1. Основные области применения Интернета вещей.
2. История появления и развития Интернета вещей.
3. Конечные устройства и их роль в архитектуре Интернета вещей.
4. Примеры и основные области применения датчиков и актуаторов.
5. Способы подключения датчиков и актуаторов к микроконтроллерам.
6. Разница между микропроцессорами, микроконтроллерами и микрокомпьютерами.
7. Описание микропроцессоров Arduino.
8. Описание микрокомпьютеров Raspberry Pi.
9. Роль сетевых подключений в Интернете вещей.
10. Сетевые топологии, применяемые для подключения конечных устройств в сеть.
11. Примеры собираемых и обрабатываемых данных в IoT-системах.
12. Роль облачных вычислений в обработке и хранении данных, получаемых от IoT-систем.
13. Примеры облачных платформ и сервисов для обработки и хранения данных, получаемых от IoT-систем.
14. Принципы проектирования и создания пользовательских приложений и сервисов на основе IoT-систем.

Проверяемые компетенции: ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7, ПКП-1-ИИР-ОПК-1.

Пример задания для итогового проекта

Разработать информационную систему по техническому заданию. Примеры тем проектов

- Мониторинг температуры и влажности на фармацевтическом складе
- Система контроля и управления доступом в помещение
- Автоматический полив растений

Проверяемые компетенции: все

Промежуточная аттестация и текущий контроль могут производиться в дистанционном формате с использованием ИКТ.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Для технического обслуживания компьютеров, мультимедийного оборудования и поддержки пользовательских программных продуктов требуется специалист УСИТ.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Требуется компьютерный класс. Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном. MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского. На компьютерах должно быть доступно необходимое программное обеспечение пакеты Maple, Visual Studio C++; MATLAB.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5 Перечень и объемы требуемых расходных материалов

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объеме 5 штук. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объеме 15 штук.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Зараменских Е. П. Интернет вещей. Исследования и область применения. М. : ИНФРА-М, 2022. - 188 с.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab07913&AN=spsu.znanium391626&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Gacovski Z. Internet of things. – Areler Press, 2019.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2013945&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Dias J. P., Restivo A., Ferreira H. S. Designing and constructing internet-of-Things systems: An overview of the ecosystem //Internet of Things. – 2022. – Т. 19. – С. 100529.
4. BCS T. The Internet of Things: Living in a connected world //British Computer Society. – 2017.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1485499&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
5. Чеверева С. А. Интернет вещей как источник больших данных //Экономика. – №. 2. – С. 840-843.

<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselr&AN=edselr.48440696&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
<http://www.library.spbu.ru/>
2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:
http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS
3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>
4. Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:
http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8
5. Математика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>
6. Информатика: тематическая рубрика
<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация
Абрамов Максим Викторович	к.т.н.		доцент кафедры информатики	mva@dscs.pro