

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д-р физ.-мат. наук, профессор



Д. В. Ливанов

« 21 » августа 2023 г.

**Дополнительная профессиональная
программа профессиональной переподготовки
«Введение в прикладной анализ данных в медицине»**

УГСН 03.00.00 Физика и астрономия

Направление подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика

ОКВЭД 63 Деятельность в области информационных технологий

Москва 2023

1. Общая характеристика программы

1.1. Цель реализации программы

Реализация программы профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности. Программа профессиональной переподготовки разрабатывается на основании установленных квалификационных требований к должности «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» и требований образовательного стандарта МФТИ 03.04.01 «Прикладные математика и физика» к результатам освоения образовательной программы.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки является модульной. Каждый модуль направлен на формирование/совершенствование у слушателей конкретных компетенций. Объем каждого модуля превышает 16 академических часов. Обучение по каждому модулю завершается промежуточной (итоговой аттестацией) для проверки сформированности заявленных компетенций.

Слушателям, успешно прошедшим итоговую аттестацию по дополнительной профессиональной программе профессиональной переподготовки, выдается диплом с присвоением квалификации «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» установленного образца.

Целью реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки «Введение в прикладной анализ данных в медицине» является ознакомление студентов с основными методами и инструментами прикладного анализа данных в медицине, а также развитие навыков работы с медицинскими данными и применения их для решения задач в области здравоохранения.

1.2. Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции

Настоящая дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки разработана с учётом соответствующих ей профессиональных стандартов и направлена на получение компетенций, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

Компетенции, формируемые и совершенствуемые в результате обучения, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

№	Компетенции в соответствии с профессиональным стандартом 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Код компетенции
1	Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1

№	Компетенции в соответствии с профессиональным стандартом 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам	Код компетенции
2	Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2
3	Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3
4	Способность разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, нацеленные на создание и освоение новой наукоемкой продукции	ПК-6
5	Способность организовывать управление объектами интеллектуальной собственности (ИС), созданными в результате инновационной деятельности, обеспечивать охрану и передачу прав на эти объекты	ПК-7
6	Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области	ПК-8

Таблица 2

№	Компетенции в соответствии с направлением подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика (Собственный образовательный стандарт МФТИ)	Код компетенции
1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1
2	Способен управлять проектом на всех этапах его реализации	УК-2
3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3
4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4
5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5
6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6
7	Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1
8	Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2

№	Компетенции в соответствии с направлением подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика (Собственный образовательный стандарт МФТИ)	Код компетенции
9	Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3
10	Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4
11	Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5

1.3. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения представлены в таблице 3.

Таблица 3

№	Уметь - знать	Направление подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика (Собственный образовательный стандарт МФТИ)
		Квалификация: магистратура
		Код компетенции
1	Знать: - нормы этики профессионального поведения научного работника; - синтаксические конструкции функционального программирования на Python 3; - проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - методологические основы научного познания; - основные понятия классической статистики; - иметь представление о содержании научной деятельности, о современных исследованиях в области, соответствующей профилю образовательной программы; - действующее законодательство, регулирующее обращение медицинских изделий; - этапы обращения медицинских изделий – от введения до утилизации; - порядок проведения качества, эффективности и безопасности медицинских изделий; - систему как философскую категорию, ее состав и свойства; неизбежность исследований на ядерном,	УК-1

	атомном и молекулярном уровнях; сочетание технической и биологической частей биотехнической системы; идеальную измерительную систему, ожидаемой интегральной частотной характеристики, суть информационного наполнения; - типы продуктовых инноваций и моделей разработки инновационных проектов, включая их особенности и потенциальную зону применения; - методы анализа проблемных ситуаций как систем; - процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения; - современные коммуникативные технологии на государственном и иностранном языках; Уметь: - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - провести обзор имеющегося материала для решения поставленной задачи; - пользоваться Интернет и справочной литературой по биологии научного и прикладного характера для быстрого поиска необходимых данных и понятий; - принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, принятия решений и разработки стратегий; - применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения;	
2	Знать: - медицинские и компьютерные предпосылки этики медицинской информатики в 20-м веке; - о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности; - фундаментальные научные знания в области физико-математических наук; - стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности; - основные понятия генетики, ее предмета и методов, изучение краткой истории развития представлений о наследственности и изменчивости; - современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия; - основные понятия доказательной медицины; Уметь:	УК-2

	- разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности; - формулировать в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; - прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения; - вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке;	
3	Знать: – предпосылку появления этики искусственного интеллекта; - междисциплинарные связи в области математики и физики и способность их применять при решении задач профессиональной деятельности; - о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности; - методы теоретического и экспериментального исследования в области, соответствующей профилю образовательной программы; - основные цитологические основы наследственности; Уметь: - организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами; - организовать и координировать работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов; - использовать выбранный метод или сочетать различные методы в решении поставленной задачи;	УК-3
4	Знать: - основную профессиональную терминологию на английском языке по выбранному направлению; - наиболее употребительные грамматические конструкции для использования в типичных ситуациях профессионального общения; - методы проведения основных этапов научного исследования;	УК-4

	- теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты; - основы моногибридных и полигибридных скрещиваний; - различные взгляды на этику искусственного интеллекта в разных странах; - междисциплинарные связи в области математики и физики и способность их применять при решении задач профессиональной деятельности; - основные классы доказательности медицинской информации; Уметь: - употреблять основную профессиональную терминологию в типичных ситуациях профессионального общения на английском языке; - употреблять в речи соответствующие ситуации общения грамматические конструкции; - поддерживать разговор профессиональной направленности на английском языке; - применять основные методы исследования молекулярных причин заболеваний человека в научных исследованиях; - представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные;	
5	Знать: - устойчивые выражения для поддержания разговора профессиональной направленности на английском языке; - структурные и стилистические особенности делового письма; - структурные и стилистические особенности презентации собственного продукта/проекта на английском языке. - этические аспекты применения в ходе жизненного цикла систем искусственного интеллекта; Уметь: - читать аутентичные тексты по профильной тематике с пониманием общей идеи, с извлечением информации и с детальным пониманием прочитанного; - описать производственный процесс, разрабатываемый продукт, написать CV, техническое задание, бизнес-план, инструкцию, повестку дня деловой встречи, протокол заседания с учетом норм речевого этикета стран изучаемого языка; - создавать презентацию собственного продукта и/или проекта на английском языке. - анализировать информацию критически и оценивать ее достоверность	УК-5

	- различать факты от мнений и понимать роль предвзятости и стереотипов в мышлении - применять критическое мышление в различных сферах жизни и профессиональной деятельности	
6	Знать: - синтаксические основы ООП-программирования на Python 3; - нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий. - принципы технико-экономического обоснования инновационных проектов. - отклонения от менделевских расщеплений при взаимодействии генов; - методы обмена деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке; - о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности; Уметь: - анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - применять основные методы работы с генетической информацией при работе в лаборатории; - оценивать актуальность исследований в области информатики и вычислительной техники и их практическую значимость;	УК-6
7	Знать: - возможности научных библиотек Python по анализу данных. - аналитические и вычислительные методы решения, понимать и учитывать на практике границы применимости получаемых решений; - основные типы неаллельных взаимодействий: новообразование, комплементарность, эпистаз, криптомерия, полимерия; - методы количественной оценки частоты возникновения мутаций; - методы математического анализа и строить оптимальные математические модели для решения прикладных задач; - типичные схемы планирования, проведения, изложения результатов клинических исследований, систематических обзоров, мета-анализов; - современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем; - принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации;	ОПК-1

	Уметь: - учитывать в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий; - планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений; - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук; - применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов; - планировать и проводить поиск, формировать критерии включения и исключения, аннотировать и систематизировать результаты систематического поиска литературы; - разрабатывать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем для решения профессиональных задач; - анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров;	
8	Знать: - признаки корректно сформулированной гипотезы; - основные механизмы хранения, передачи и реализации наследственной информации в клетке, основные подходы к терапии наследственных заболеваний и некоторых раковых опухолей. - наследования признаков, половых хромосом, гомо- и гетерогаметного пола, типов хромосомного определения пола; - краткие характеристики основных фракций геномной ДНК эукариот: быстро ренатурирующие последовательности, повторяющиеся гены, уникальные последовательности; Уметь: - прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата; - организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами;	ОПК-2

	- анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения; - определять границы необходимой и достаточной для конкретного исследования истории вопроса; - формулировать в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения;	
9	Знать: - принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ). - роли ошибок в статистическом анализе и роль планирования исследования; - сцепленные наследования признаков и кроссинговер; - общие молекулярные механизмы генетических процессов; - виды и порядок проведения государственного контроля за обращением медицинских изделий; - порядок введения в обращение медицинских изделий; - нормативно-правовую базу введения в обращение медицинских изделий; - классификацию медицинских изделий по виду и степени контакта с организмом человека; - нормативные документы, на соответствие требований которым проводятся токсикологические испытания; - методы и методики токсикологических испытаний; - основные сведения по разработке новых медицинских изделий для измерений параметров биообъектов в широком диапазоне частот (от крайне низких до крайне высоких частот); приоритетные направления развития медицинской науки; - методологическую основу определения ценности и проверки гипотез в рамках разработки концепции инновационного проекта; Уметь: - работать в среде Jupyter; - использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники); - определять особенности и качество разрабатываемого проекта; - управлять требованиями к новым продуктам; - обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности;	ОПК-3

	- анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения; - применять базовые методы статистического анализа на практике; - прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата;	
10	Знать: - актуальную информацию о мировых и отечественных тенденциях в сфере систем искусственного интеллекта; - принципы организации проведения экспериментов и испытаний; - генетические карты и принципы их построения у эукариот; - общие методы генетической инженерии для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины; - нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий. - источники профессиональной и научной медицинской информации; - классификаторы медицинских изделий (классификацию медицинских изделий по общероссийскому классификатору продукции, по номенклатурной классификации – определение степени риска применения изделия с медицинской целью); - организацию и проведение испытаний медицинских изделий с целью их допуска к применению на территории Российской Федерации; - виды контроля испытаний медицинских изделий; - оценку биологической безопасности медицинских изделий; - санитарно-химические методы испытаний медицинских изделий; - оборудование и материалы, используемые для оценки риска медицинских изделий; - токсикологические испытания различных групп медицинских изделий; - элементы организационной структуры и путей её создания/изменения в рамках процесса адаптации рабочей среды к инновационной проектной деятельности; - методы анализа задач, а также методы планирования их решения; Уметь: - создавать читабельные программы на языке Python в том числе в формате Jupyter Notebook; - представлять публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей,	ОПК-4

	выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.; - применять современные методы сбора и обработки данных при работе над проектом; - применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов; - аргументированно выбирать способ проведения научного исследования; - выявлять отдельные источники предвзятости, предубеждения и ошибок в опубликованных источниках научной медицинской информации; - анализировать и вычислять решения задач, понимать и учитывать на практике границы применимости получаемых решений;	
11	Знать: - применение этики искусственного интеллекта к исследованиям в соответствующих областях медицинской информатики; - порядок оформления и представления результатов научной работы; - принципы оформления результатов проектных работ; - основные методы изучения: реципрокные, возвратные и поглощающие скрещивания; - функциональные изменения хромосом в онтогенезе (пуффы, "ламповые щетки"); роли гормонов, эмбриональных индукторов в регуляции действия генов; Уметь: - оформлять результаты исследования по заданным для того или иного типа работ требованиям; - оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость; - строить деятельность на основе выполнения технологических требований и нормативов, придерживаться правовых и этических норм, принятых в профессиональной деятельности;	ОПК-5
		Профессиональный стандарт 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам Код компетенции
12	Знать: - основы расчета размера выборки. - критерии цитоплазматического, внеядерного наследования;	ПК-1

- методы и средства разработки программного обеспечения, методы управления проектами разработки программного обеспечения, способы организации проектных данных, нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по разработке программных средств и проектов; - современные языки программирования и методы параллельной обработки данных. - методы и средства разработки программного обеспечения, методы управления проектами разработки программного обеспечения, способы организации проектных данных, нормативно-технические документы (стандарты и регламенты) по разработке программных средств и проектов; - современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы для решения профессиональных задач. Уметь: - использовать Pandas, Numpy и другие научные библиотеки для анализа данных; - визуализировать данные и результаты анализа. - интерпретировать полученный результат статистического анализа. - применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов; - применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов; - оперировать терминами молекулярной биологии в контексте современной медицины, уметь пользоваться современными базами биологических данных (ncbi, uniprot и другие); - проводить генетический анализ у прокариот и эукариот; - выбирать средства разработки, оценивать сложность проектов, планировать ресурсы, контролировать сроки выполнения и оценивать качество полученного результата; - реализовывать и применять численные методы решения прикладных задач в профессиональной сфере деятельности, используя пакеты программного обеспечения, операционные системы, электронные библиотеки, сетевые технологии. - выбирать средства разработки, оценивать сложность проектов, планировать ресурсы, контролировать сроки выполнения и оценивать качество полученного результата;	
---	--

	- обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач.	
13	Знать: - процесс получения регистрационного удостоверения в РФ для медицинских изделий с искусственным интеллектом, и на каком этапе этого процесса фигурирует этика; - методы и способы популяризации и научных исследований, организации научных коллективов, привлечения себе единомышленников, реализацию проектов с привлечением волонтеров, получение финансирования на проведение исследования. - основные понятия о мутагенах, радиационном мутагенезе; - строения нуклеиновых кислот и организации ядерного генома; Уметь: - понимать логику и способы подтверждения или опровержения их, уметь представлять результаты научных исследований. - аргументированно выбирать способ проведения научного исследования; - находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности; - проводить базовый анализ нуклеотидных и аминокислотных последовательностей с использованием биологических баз данных и алгоритмов выравниваний. - анализировать химический мутагенез.	ПК-2
14	Знать: - независимый этический комитет и зачем он нужен искусственному интеллекту. Уметь: - использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники); - проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ); - оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов; - самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта; - самостоятельно совершенствовать разрабатываемый проект и (или) изделие.	ПК-3
15	Знать:	ПК-6

	- разработку программы и методики технических испытаний; - систему токсикологического и биологического контроля материалов и медицинских изделий; - микробиологическую безопасность и микробиологические исследования медицинских изделий; - оценку биологического действия изделий и материалов медицинского назначения; - нормативно-правовые документы, регламентирующие проведение токсикологических испытаний; - микробиологическую безопасность и микробиологические исследования медицинских изделий; - методы контроля медицинских изделий с точки зрения микробиологических факторов; - маркировку, упаковку, транспортирование и хранение медицинских изделий; - расшифровку маркировки образцов медицинских изделий; - основные характеристики структурных уровней биообъекта (физический и биологический аспекты), их связь между собой; временные (частотные) характеристики и биоритмы: их происхождение, физические и физиологические составляющие; - методологии разработки и профилирования миссии проекта, а также её внедрения в рамках разработки архитектуры проекта; - принципы формирования социального капитала и выстраивания личных сетей экспертов в рамках профессионального сообщества. Уметь: - формулировать в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения; - разрабатывать технологические проекты, нацеленные на реализацию новых наукоемких продуктов, владеть методами планирования проектов. - применять полученные знания при изучение основных принципов разработки лекарственных средств и медицинских приложений. - разрабатывать бизнес планы создания и развития новых организаций.	
16	Уметь: - соблюдать нормы морали, нравственности и этики в профессиональной деятельности научного работника;	ПК-7

	- обобщать наиболее важные принципы этики искусственного интеллекта. - планировать эксперимент; - описывать эксперимент;	
17	Знать: - основные методы и алгоритмы машинного обучения; - процесс предобработки данных и выбора признаков; - способы оценки качества моделей. - закономерности "доза - эффект"; - основные методы изучения наследственности у человека; - основные источники предвзятости, предубеждения и ошибок при проведении клинических исследований. Уметь: - выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели; - разрабатывать технологические проекты, нацеленные на реализацию новых наукоемких продуктов, владеет методами планирования проектов. - применять методы машинного обучения для решения задач на реальных данных; - выбирать наиболее эффективный алгоритм для решения задачи; - разрабатывать и реализовывать проект в области машинного обучения с использованием командной работы. - планировать и проводить испытания на расчетно-теоретических моделях или экспериментальном оборудовании с применением стандартных и специально разработанных инструментальных и (или) программных средств; - самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта; - формулировать в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. - излагать результаты систематического поиска литературы.	ПК-8

1.4. Категория обучающихся

Программа профессиональной переподготовки предназначена для специалистов в области информационно-коммуникационных технологий, имеющих высшее или среднее профессиональное образование, а также лиц, получающих высшее или среднее профессиональное образование.

1.5.Форма обучения

Очная с применением дистанционных образовательных технологий.

Программа может быть реализована в сетевой форме.

1.6.Объем программы

2205 академических часов.

1.7.Режим обучения

9 месяцев.

2. Содержание программы

2.1.Учебный (тематический) план

Учебный (тематический) план программы представлен в таблице 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
УЧЕБНЫЙ ПЛАН						
1	Английский для профессиональных коммуникаций	180	30	40	110	Дифференцированный зачет
2	Этические аспекты исследований в медицине и биологии	180	15	15	150	Экзамен
3	Программирование на Python для анализа данных	225	45	45	135	Экзамен
4	Аналитика данных	180	30	45	105	Экзамен
5	Организация исследовательской деятельности	135	20	30	85	Дифференцированный зачет
6	Алгоритмы машинного обучения	180	30	45	105	Экзамен
7	Биостатистика	180	30	40	110	Экзамен
8	Математика для машинного обучения	225	30	45	150	Экзамен
9	Проектный практикум	164	20	58	86	зачет
10	Глубокое обучение	180	30	40	110	Экзамен

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
11	Модули по выбору 1 ¹					
11.1	Молекулярная биология	135	30	30	75	Экзамен
11.2	Генетика	135	30	30	75	Экзамен
12	Модули по выбору 2 ²					
12.1	Инжиниринг данных	135	20	30	85	Экзамен
12.2	Доказательная медицина	135	20	30	85	Экзамен
13	Модули по выбору 3 ³					
13.1	Современные технологии здравоохранения	90	15	30	45	Дифференцированный зачет
13.2	Основы инновационного менеджмента и предпринимательства	90	15	30	45	Дифференцированный зачет
Факультативные модули						
14	Критическое мышление ⁴	45	15	15	15	зачет
15	Продвинутое программирование на Python ⁵	90	25	20	45	Дифференцированный зачет
	Итоговая аттестация	16		2	14	экзамен
	Итого:	2205	345	495	1365	
УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН						
1	Модуль 1. Английский для профессиональных коммуникаций					
1.1	Работа в международной компании	23	4	4	15	
1.2	Деловые контакты в профессиональной области	21	4	5	12	
1.3	Разработка продукта и его продвижение	24	4	5	15	
1.4	Презентация продукта	22	3	5	14	
1.5	Компания	21	4	5	12	
1.6	Финансы	22	3	4	15	
1.7	Производственная деятельность	23	4	5	14	

¹ Необходимо выбрать 1 из двух предложенных модулей

² Необходимо выбрать 1 из двух предложенных модулей

³ Необходимо выбрать 1 из двух предложенных модулей

⁴ Факультативный модуль

⁵ Факультативный модуль

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
1.8	Информационные технологии	22	4	5	13	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 1	2		2		Дифференцированный зачет
	Итого по модулю 1	180	30	40	110	
2	Модуль 2. Этические аспекты исследований в медицине и биологии					
2.1	Введение в этику	38	4	4	30	
2.2	Этика и право	38	4	4	30	
2.3	Введение в этику медицинского искусственного интеллекта.	37	4	3	30	
2.4	Этика и медицинский искусственный интеллект	37	3	4	30	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 2	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 2	180	15	15	150	
3	Модуль 3. Программирование на Python для анализа данных					
3.1	Введение в язык программирования Python. Основы синтаксиса	33	8	8	17	
3.2	Алгоритмы и структуры данных на Python	31	7	7	17	
3.3	Сбор данных	33	8	8	17	
3.4	Методы обработки данных и построение моделей данных	36	8	8	20	
3.5	Визуализация данных	30	6	6	18	
3.6	Инструменты Python для биоинформатики и интеграции с другими языками программирования	32	8	8	16	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 3	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 3	225	45	45	135	
4	Модуль 4. Аналитика данных					
4.1	Введение в анализ данных. SQL. Базы	22	4	6	12	

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
	медицинских данных.					
4.2	Библиотеки данных машинного обучения.	21	5	6	10	
4.3	Методы предобработки данных.	19	4	6	9	
4.4	Статистический анализ данных на Python.	22	4	8	10	
4.5	Задачи регрессии.	23	4	7	12	
4.6	Классификационный , кластерный и корреляционный анализ.	22	4	6	12	
4.7	Аналитика в ВІ.	21	5	6	10	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 4	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 4	180	30	45	105	
5	Модуль 5. Организация исследовательской деятельности					
5.1	Введение в исследовательскую деятельность	23	4	4	15	
5.2	Научное исследование I (структура)	20	3	4	13	
5.3	Научное исследование II (методологические аспекты)	23	3	5	15	
5.4	Академическое представление результатов	21	4	5	12	
5.5	Представление результатов в СМИ (научная коммуникация)	23	3	5	15	
5.6	Ресурсное обеспечение научного исследования	23	3	5	15	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 5	2		2		Дифференциро- ванный зачет
	Итого по модулю 5	135	20	30	85	
6	Модуль 6. Алгоритмы машинного обучения					

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
6.1	Введение в машинное обучение: основные понятия	23	5	8	10	
6.2	Классические алгоритмы машинного обучения	24	5	7	12	
6.3	Линейные модели	23	5	6	12	
6.4	Кластеризация и техники снижения размерности	28	5	8	15	
6.5	Деревья решений	25	5	8	12	
6.6	Продвинутые алгоритмы машинного обучения: метод К-ближайших соседей, байесовская классификация, метод опорных векторов	27	5	8	14	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 6	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 6					
7	Модуль 7. Биостатистика					
7.1	Основы классической статистики	38	8	10	20	
7.2	Основные статистические тесты	37	7	10	20	
7.3	Основные линейные модели и принципы анализа выживаемости, работа с пропущенными данными	37	7	10	20	
7.4	Планирование эксперимента и ПО для анализа данных	38	8	10	20	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 7	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 7	180	30	40	110	
8	Модуль 8. Математика для машинного обучения					
8.1	Линейная алгебра для построения	39	6	9	24	

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
	математических моделей					
8.2	Регрессионный анализ	39	6	9	24	
8.3	Математический анализ данных, исследование функции с использованием Python	39	6	9	24	
8.4	Задачи и алгоритмы оптимизации в контексте машинного обучения на Python	39	6	9	24	
8.5	Теория вероятности в контексте анализа данных	39	6	9	24	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 8	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 8	225	30	45	150	
9	Модуль 9. Проектный практикум					
9.1	Подготовительный этап	14	2	2	10	
9.2	Обзор и анализ информации по теме проекта	21	2	9	10	
9.3	Проектная деятельность	24	4	9	11	
9.4	Подготовка отчета	21	2	8	11	
9.5	Подготовительный этап	15	2	2	11	
9.6	Обзор и анализ информации по теме проекта	22	2	9	11	
9.7	Проектная деятельность	25	4	10	11	
9.8	Подготовка отчета	21	2	8	11	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 9	1		1		зачет
	Итого по модулю 9	164	20	58	86	
10	Модуль 10. Глубокое обучение					
10.1	Введение в Deep Learning	23	2	6	15	
10.2	Основные фреймворки	20	4	5	10	

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
10. 3	Сверточные нейронные сети	21	5	6	10	
10. 4	Задача оптимизации	21	5	6	10	
10. 5	Finetuning & Transfer Learning	20	4	6	10	
10. 6	Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)	20	4	6	10	
10. 7	What's next? Продвинутые нейронные сети	25	6	4	15	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 10	30			30	
	Итого по модулю 10	180	30	40	110	
11	Модули по выбору 1					
11. 1	Модуль 11.1. Молекулярная биология					
11. 1.1	Состав, структура, свойства и функции нуклеиновых кислот и белков.	22	6	6	10	
11. 1.2	Репликация.	20	6	6	8	
11. 1.3	Репарация ДНК.	20	6	6	8	
11. 1.4	Синтез РНК (транскрипция) и сплайсинг.	23	6	6	11	
11. 1.5	Синтез белка (трансляция).	20	6	6	8	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 11.1	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 11.1					
11. 2	Модуль 11.2. Генетика					
11. 2.1	Предмет и методы классической и современной генетики	22	6	7	9	
11. 2.2	Неменделевское наследование	22	7	6	9	
11. 2.3	Мутагенез и изменчивость	20	6	5	9	

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
11. 2.4	Генетика человека и медицинская генетика	20	5	6	9	
11. 2.5	Популяционная и эволюционная генетика	21	6	6	9	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 11.2	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 11.2	135	30	30	75	
12	Модули по выбору 2					
12. 1	Модуль 12.1. Инжиниринг данных					
12. 1.1	Введение в инжиниринг данных: основные понятия и задачи дата- инженера	15	3	4	8	
12. 1.2	Базы данных MySQL и NoSQL	14	3	4	7	
12. 1.3	Введение в Linux и bash для задач биоинформатики	17	3	6	8	
12. 1.4	Инструменты обработки данных	15	3	4	8	
12. 1.5	Управления данными и построение конвейеров операций	15	3	4	8	
12. 1.6	Инфраструктура больших данных	16	3	5	8	
12. 1.7	Облачные хранилища	13	2	3	8	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 12.1	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 12.1	135	20	30	85	
12. 2	Модуль 12.2. Доказательная медицина					
12. 2.1	Доказательная медицина.	24	5	7	12	
12. 2.2	Клиническое исследование. Систематический обзор литературы.	28	5	8	15	
12. 2.3	Медицинская литература и качество	27	5	8	14	

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
	медицинских исследований.					
12.2.4	Оценка медицинских технологий. Этика медицинских исследований.	26	5	7	14	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 12.2	30			30	Экзамен
	Итого по модулю 12.2					
13	Модули по выбору 3					
13.1	Модуль 13.1. Современные технологии здравоохранения					
13.1.1	Развитие медицинских технологий	44	7	14	22	
13.1.2	Прикладные и экспериментальные технологии в медицине и биологии	44	8	14	23	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 13.1	2		2		Дифференцированный зачет
	Итого по модулю 13.1	90	15	30	45	
13.2	Модуль 13.2. Основы инновационного менеджмента и предпринимательства					
13.2.1	Теория инноваций	22	5	7	10	
13.2.2	Концептуальное проектирование: от идеи до концепции инновационного проекта	22	3	7	12	
13.2.3	Управление инновациями: от start-up к компании	20	4	6	10	
13.2.4	Регулирование и источники финансирования: от барьеров к фандрайзингу	24	3	8	13	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 13.2	2		2		Дифференцированный зачет
	Итого по модулю 13.2	90	15	30	45	
Факультативные модули						
14	Модуль 14. Критическое мышление					

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего, час.	Лекции	Практич. работа	Самост. работа	Форма контроля
14. 1	<i>Введение в критическое мышление</i>	5	2		3	
14. 2	<i>Логическое и аргументативное мышление</i>	10	5		5	
14. 3	<i>Анализ информации и источников</i>	10	5		5	
14. 4	<i>Критическое мышление в профессиональной деятельности</i>	9	4		5	
14. 5	<i>Критическое мышление и общественное участие</i>	9	4		5	
	<i>Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 14</i>	2		2		зачет
	<i>Итого по модулю 14</i>	45	20	2	23	
15	<i>Модуль 15. Продвинутое программирование на Python</i>					
15. 1	<i>Объектно-ориентированное программирование</i>	27	7	5	15	
15. 2	<i>Алгоритмы и структуры данных</i>	29	8	6	15	
15. 3	<i>Системы контроля версий</i>	32	10	7	15	
	<i>Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 15</i>	2		2		Дифференцированный зачет
	<i>Итого по модулю 15</i>	90	25	20	45	
	<i>Итоговая аттестация по программе</i>	16		2	14	
	Итого:	2205	345	495	1365	

2.2. Календарный учебный график

Календарный учебный план составляется при сформированной группе с учетом уровня их подготовки.

Календарный учебный график отражает периоды теоретических занятий, практик, процедур промежуточной и итоговой аттестаций и т.д.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Таблица 5

Учебные недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Учебные занятия (Т)																				
Практика (П)																				
Самостоятельная работа (СР)																				
Контроль (З, Э)																				
Итоговая аттестация (А)																				

продолжение таблицы 5

Учебные недели	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Учебные занятия (Т)		Каникулы																		
Практика (П)																				
Самостоятельная работа (СР)																				
Контроль (З, Э)																				
Итоговая аттестация (А)																				

продолжение таблицы 5

Учебные недели	41	42	43	44
Учебные занятия (Т)				
Практика (П)				
Самостоятельная работа (СР)				
Контроль (З, Э)				
Итоговая аттестация (А)				

2.3. Учебная программа

Содержание учебной программы приведено в таблице 6.

Таблица 6

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак. час.
1	Модуль 1. Английский для профессиональных коммуникаций		180
1.1	Работа в международной компании	Лекция Написание CV. Поиск вакансии онлайн. Подача заявления о приеме на работу. Подготовка к собеседованию. Написание мотивационного письма. «Неудобные» вопросы в ходе стрессового собеседования. Работа в команде, распределение ролей в команде. Преимущества и недостатки работы в команде. Лидерство. Взаимоотношения в команде. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
1.2	Деловые контакты в профессиональной области	Лекция Деловые контакты в определенной профессиональной деятельности. Коммуникация с коллегами, партнерами и клиентами компании. Особенности межкультурной коммуникации в международной компании. Основы эффективной коммуникации с клиентами компании. Удержание клиентов и расширение клиентской базы. Переговоры с партнерами. Совещания внутри компании. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
1.3	Разработка продукта и его продвижение	Лекция Описывание этапов разработки программного продукта. Объяснение понятия риска и неопределенности, анализировать проектные риски, предлагать меры, направленные на смягчение рисков. Описывание программного продукта; чтение и обсуждение концепции PPPP: product, price, place, promotion. Участие в дискуссии об эффективных способах продвижения нового продукта, включая размещение рекламной информации о	24

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		продукте в социальных сетях. Сообщение о SWOT- анализе как инструменте маркетинга. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
1.4	Презентация продукта	Лекция Презентация нового продукта. Основные характеристики эффективной презентации. Язык презентации. Структура презентации: введение, основная часть, выводы. Создание эффективных слайдов. Управление презентацией. Взаимодействие с аудиторией. Вопросы и ответы. Оценка эффективности презентации. Pitch-презентация продукта для потенциального инвестора. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
1.5	Компания	Лекция Создание компании. Организационно-правовые формы (виды) компаний. Разработка бизнес плана. Миссия компании. Анализ рынка. Анализ конкурентной среды. Операционный, маркетинговый и финансовый планы. Start up бизнес в IT сфере Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
1.6	Финансы	Лекция Финансы компании. Анализ статистических данных деятельности компании. Источники финансирования деятельности компании: собственные и заемные. Финансовое планирование деятельности компании. Фондовый рынок. Основные участники фондового рынка. Виды ценных бумаг: акция, облигация, фьючерс, опцион. Стартовый капитал. Первичные (IPO) и вторичные торги. Инвестиции. Стратегии инвестирования. Венчурный бизнес.	22

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
1.7	Производственная деятельность	Лекция Производственная деятельность компании. Описание производственного процесса. Инновационные разработки в производстве. Концепция бережливого производства. Закупки материалов и оборудования. Описание оборудования. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
1.8	Информационные технологии	Лекция Компьютеры в современном мире. Основные компоненты компьютера. Устройства ввода и вывода данных. Запоминающие устройства. Виды программного обеспечения. Программирование. Базы данных. Интернет. Компьютеры будущего. Новые технологии: искусственный интеллект, нейросети, интернет вещей, блокчейн. Кибербезопасность Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 1	Дифференцированный зачет	2
2	Модуль 2. Этические аспекты исследований в медицине и биологии		180
2.1	Введение в этику	Лекция Этика как теория действия и сфера знания. Моральная психология. Этические позиции аргументации. Этические проблемы современной медицины. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	38
2.2	Этика и право	Лекция Специфика этического поля медицины и биологии. Этика и право. Связь	38

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак. час.
		этических и правовых норм в науках о жизни. Этико-правовые проблемы медицины и научных исследований в международном и российском законодательстве. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
2.3	Введение в этику медицинского искусственного интеллекта.	Лекция История возникновения этики ИИ. Взаимоотношения между этикой, законом, культурой и обществом в разных странах. Основные принципы этики искусственного интеллекта. Различные взгляды на этику (и этику искусственного интеллекта) в разных странах. Этические аспекты в ходе жизненного цикла систем искусственного интеллекта. Мировые и отечественные тенденции в сфере систем искусственного интеллекта. Различные взгляды на этику (и этику искусственного интеллекта) в разных странах. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	37
2.4	Этика и медицинский искусственный интеллект	Лекция Этика в исследованиях в соответствующих областях медицинской информатики. Этический кодекс искусственного интеллекта РФ. Регистрационное удостоверение РФ для медицинских изделий с искусственным интеллектом. Этапы получения. Этика в клинических испытаниях систем ИИ. Этика в процессе испытаний систем искусственного интеллекта. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	37
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 2	Экзамен	30

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
3	Модуль 3. Программирование на Python для анализа данных		225
3.1	Введение в язык программирования Python. Основы синтаксиса	Лекция Введение. Основные операции и конструкции языка Python. Практика. Основы использования операторов, циклов и данных в языке программирования Python. Функции. Подключение библиотек. Работа с библиотеками Numpy, Pandas. Практика. Создание собственных модулей. Элементы функциональных модулей. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	33
3.2	Алгоритмы и структуры данных на Python	Лекция Введение. Циклы, рекурсия, использование функций. Практика. Оценка алгоритмов на Python. Понятие коллекции, типы коллекций. Практика. Применение коллекций для решения практических задач в медицинской сфере. Алгоритм сортировки. Практика. Использование различных видов сортировки: пузырьком, быстрая сортировка, сортировка Шелла. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	31
3.3	Сбор данных	Лекция Виды данных. Типы хранения данных: векторы, двумерные таблицы, матрицы, массивы. Применение библиотек Matplotlib, Seaborn. Ploty для сбора и анализа данных. Варианты работы с пропущенными данными: очистка, преобразование, слияние, изменение формы. Понятие функции. Базовые функции, ссылки на функции из разных пакетов. Практика. создание собственной функции. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	33
3.4	Методы обработки данных и построение моделей данных	Лекция Инструменты обработки данных. Классификация и кластеризация. Способы	36

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		анализа данных. Построение моделей данных. Способы оптимизации моделей. Практика. Построение моделей медицинских данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
3.5	Визуализация данных	Лекция Введение в визуализацию данных. Особенности визуализации данных. Техники визуализации данных на Python. Диаграммы рассеяния. Графики. Гистограммы. Столбчатые диаграммы. Прямоугольные диаграммы. Практика. Решение кейса. Визуализация данных в медицинской сфере. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	30
3.6	Инструменты Python для биоинформатики и интеграции с другими языками программирования	Лекция Инструменты Python для биоинформатики и интеграции с другими языками программирования Источники данных. Интеграция с базами медицинских данных. Веб- программирование. Практика. Взаимодействие с другими программами и языками программирования. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	32
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 3	Экзамен	30
4	Модуль 4. Аналитика данных		180
4.1	Введение в анализ данных. SQL. Базы медицинских данных.	Лекция Введение. Методы машинного обучения. Практика. Использование методов машинного обучения для решения прикладных задач. Основы программирования на языке Python. Операторы языка SQL. Практика. Использование SQL запросов в базах медицинских данных.	22

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
4.2	Библиотеки данных машинного обучения.	Лекция Основные библиотеки данных машинного обучения. NumPy. SciPy. Библиотека. pandas. Применение библиотек данных в научных расчетах и анализе данных. Запросы к таблицам. Практика. Группировка и агрегирование. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
4.3	Методы предобработки данных.	Лекция Введение. Основные методы предобработки данных. Описательная статистика. Базовые типы визуализации данных. Библиотека sklearn. Основные функции sklearn. Работа с данными и синтаксическими данными. Библиотека pytorch. Практика. Предобработка данных. Метод главных компонент. Обработка пропущенных значений. Практика. Библиотека Pandas. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	19
4.4	Статистический анализ данных на Python.	Лекция Основы языка Python. Хранение данных и управление конструкциями. Функции и классы. Практика. Применение инструментов библиотек NumPy и SciPy для работы с данными. Применение инструментов Python для работы со статистическим анализом и визуализацией данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
4.5	Задачи регрессии.	Лекция Введение. Постановка задач регрессии. Линейный регрессионный анализ. Отбор	23

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		признаков, коллинеарность, влиятельные наблюдения, анализ остатков. L1 и L2 регуляризация. Метрики качества. Объединение алгоритмов, реализованных в sklearn, в цепочки и конвейеры с помощью класса Pipeline. Реализация регрессионных и классификационных моделей с помощью sklearn. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
4.6	Классификационный, кластерный и корреляционный анализ.	Лекция Постановка задачи классификации, обзор основных методов ее решения. Бинарная и многоклассовая классификация. Логистическая регрессия. Практика. Метрики качества классификации. Реализация классификационных моделей с помощью sklearn. Практика. Самостоятельная реализация метода градиентного спуска. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
4.7	Аналитика в BI.	Лекция Подключение источников данных. Анализ данных на DAX: синтаксис языка, создание мер и столбцов, работа с числами, базовые функции. Обработка данных с помощью Power Query. Практика. Оформление результатов с помощью визуализации. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 4	Экзамен	30
5	Модуль 5. Организация исследовательской деятельности		135
5.1	Введение в исследовательскую деятельность	Лекция Краткая история исследований и разработок. Технологические уклады. Уровни развития технологии. Научный метод.	23

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Лженаука. Кейсы науки и ненауки. Знакомство с информационными системами грантовых операторов. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
5.2	Научное исследование I (структура)	Лекция Научный результат. Научная работа. Гипотеза. Исследовательский вопрос. Актуальность исследования. Новизна исследования. Научно-практическая значимость. Грантовые заявки. Формулируем цели и задачи исследования, научную новизну, актуальность исследования, определяем мировых конкурентов. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
5.3	Научное исследование II (методологические аспекты)	Лекция Методы научных исследований. Этика и этический комитет. Источники информации. Базы данных научных публикаций. Открытые и закрытые источники информации. Источники статистических данных. Выпускная квалификационная работа. Выбор методов и подходов для проведения исследования. План. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
5.4	Академическое представление результатов	Лекция Мир научных публикаций. Академические доклады. Метрики научных публикаций. Отчет о НИР. Интеллектуальная собственность. Подготовка аннотации научной статьи. Патентование и патентный поиск.	21

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
5.5	Представление результатов в СМИ (научная коммуникация)	Лекция Научная коммуникация, ее цели, форматы, преимущества. Ключевые участники научной коммуникации. Научная новость. Социальные сети в научной коммуникации. Научно-популярные мероприятия. Лид. Стратегия продвижения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
5.6	Ресурсное обеспечение научного исследования	Лекция Фандрайзинг. Источники финансирования исследований и разработок. Грантовая система. Коллаборации. Гражданская наука. Грантовые конкурсы РФ. Проект гражданской науки. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 5	Дифференцированный зачет	2
6	Модуль 6. Алгоритмы машинного обучения		180
6.1	Введение в машинное обучение: основные понятия	Лекция Введение. Предмет и задачи машинного обучения. Основные виды машинного обучения: машинное обучение с учителем, машинное обучение без учителя. Практика. Типы задач машинного обучения: регрессия, классификация, прогнозирование. Виды данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
6.2	Классические алгоритмы машинного обучения	Лекция Задача обучения по прецедентам, отличие от задачи оптимизации. Параметры и гиперпараметры. Практика. Обучающая, тестовая и валидационная выборка. Недообучение и переобучение. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	24
6.3	Линейные модели	Лекция Линейные классификаторы. Логистическая и линейная регрессия. Практика. Метод наименьших квадратов. Персептрон. Практика. Линейный дискриминантный анализ (LDA). Практика. Практическое использование линейной регрессии. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23
6.4	Кластеризация и техники снижения размерности	Лекция Введение. Алгоритмы кластеризации. Иерархическая кластеризация. Практика. Основные сферы использования алгоритмов классификации. Практика. Метод главных компонент. Преимущества снижения размерности. Практика. Визуализация данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	28
6.5	Деревья решений	Лекция Основной алгоритм построения, определение критериев информативности деревьев решений. Точность и полнота дерева решений. Практика. Методы построения деревьев решений. Бустинг. Практика. Критерии для задач машинного обучения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	25

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
6.6	Продвинутые алгоритмы машинного обучения: метод К-ближайших соседей, байесовская классификация, метод опорных векторов	Лекция Введение. Использование продвинутых алгоритмов машинного обучения. Практика. Решение задач классификации при использовании метода К-ближайших соседей. Практика. Практическое использование наивной байесовской классификации в областях машинного обучения. Практика. Метод опорных векторов (SVM). Постановка задачи. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	27
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 6	Экзамен	30
7	Модуль 7. Биостатистика		180
7.1	Основы классической статистики	Лекция Выборка и популяция. Зависимая и независимая выборки. Типы переменных, описательные статистики для категориальных переменных. Описательные статистики для количественных переменных. Нормальное распределение, функция Гаусса. Распределения, отличные от нормального. Предиктивный и доверительный интервалы. Ошибки первого и второго рода, мощность исследования. Смысл р-значения. Связь между доверительным интервалом и р-значением. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	38
7.2	Основные статистические тесты	Лекция Параметрические и непараметрические методы статистического анализа. Различия между параметрическими и непараметрическими статистическими критериями. Тест на нормальность распределения. Т-теста Стьюдента и тест Манна-Уитни-Вилкоксона.	37

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Непрерывные данные, больше 2 групп. Дисперсионный анализ (ANOVA). Непараметрические аналоги ANOVA. Проблема множественных сравнений. Поправки на множественные сравнения. Таблицы сопряженности. Критерий хи-квадрат и точный критерий Фишера. Критерий Кохрана-Мантеля-Хензеля. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
7.3	Основные линейные модели и принципы анализа выживаемости, работа с пропущенными данными	Лекция Линейные модели. Применение линейных моделей. Корреляция. Анализ времени до события. Log-rank тест, регрессия Кокса, условия применения. Логистическая регрессия. Типы пропущенных данных. Методы работы с MCAR. Методы работы с MAR, MNAR, при анализе выживаемости. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	37
7.4	Планирование эксперимента и ПО для анализа данных	Лекция Планирование клинического исследования (основные концепции). Валидность исследования. Понятие клинической и статистической значимости. Принципы расчета размера выборки на основании параметров планируемого исследования. Расчет размера выборки для непрерывной конечной точки. Расчет размера выборки для категориальной конечной точки. Расчет размера выборки для конечной точки "время до наступления события". Расчет выборки для двух конечных точек. Представление результатов исследования. Оценка результатов проведенного исследования.	38

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Этапы очистки данных, стандарты работы с данными (CDISC). Графическое представление данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 7	Экзамен	30
8	Модуль 8. Математика для машинного обучения		225
8.1	Линейная алгебра для построения математических моделей	Лекция Введение. Линейные уравнения. Решение нелинейных уравнений. Матрицы. Векторы. Транспонирование матрицы. Обратная матрица. Определитель матрицы. След матрицы. Скалярное произведение. Собственные значения. Собственные векторы. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	39
8.2	Регрессионный анализ	Лекция Определение регрессионного анализа. Определение линейной регрессии. Нелинейная регрессия. Метод наименьших квадратов и максимальная вероятность. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	39
8.3	Математический анализ данных, исследование функции с использованием Python	Лекция Математический анализ данных, исследование функции с использованием Python Производная. Производная функция нескольких аргументов. Визуализация данных. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	39
8.4	Задачи и алгоритмы оптимизации в контексте	Лекция Теория оптимизации. Программное обеспечение для решения задач	39

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
	машинного обучения на Python	оптимизации алгоритмов на Python. Библиотеки общего назначения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
8.5	Теория вероятности в контексте анализа данных	Лекция Модели классификации. Формула Байеса. Концепции теории вероятности. Применение концепция теории вероятности для машинного обучения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	39
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 8	Экзамен	30
9	Модуль 9. Проектный практикум		164
9.1	Подготовительный этап	Лекция Объединение в проектные команды. Практическая работа Встреча с заказчиками проектных задач. Выбор и получения проектных задач. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	14
9.2	Обзор и анализ информации по теме проекта	Лекция Анализ выбранных задач, выбор методов машинного обучения и направления решения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
9.3	Проектная деятельность	Лекция Проведение исследования. Практическая работа Генерация решений, написания кода. Ревью промежуточных решений. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	24
9.4	Подготовка отчета	Лекция Подготовка отчета Практическая работа	21

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
9.5	Подготовительный этап	Лекция Объединение в проектные команды. Практическая работа Встреча с заказчиками проектных задач. Выбор и получения проектных задач. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	15
9.6	Обзор и анализ информации по теме проекта	Лекция Анализ выбранных задач, выбор методов машинного обучения и направления решения. Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
9.7	Проектная деятельность	Лекция Проведение исследования. Практическая работа Генерация решений, написания кода. Ревью промежуточных решений. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	25
9.8	Подготовка отчета	Лекция Подготовка отчета Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 9	Зачет	1
10	Модуль 10. Глубокое обучение		180
10.1	Введение в Deep Learning	Лекция Введение. Машинное обучение и типы данных. Нейронные сети. Обучение нейронной сети. Задача компьютерного зрения. Ядро свёртки. Deep Learning. Типы слоёв. Обработка последовательностей. От распознавания к синтезу. Составляющие	23

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		сети. Причины успеха. Теоретическое резюме. Практическая работа Открываем ноутбук в Colab. Практика. Линейная модель. Практика. Бустинг. Практика. Нейронная сеть. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
10.2	Основные фреймворки	Лекция Уровни абстракции. Вспоминаем линейную классификацию. Граф вычислений. MLP. TensorFlow. Пример обучения. Детали градиентного спуска: цепное правило. Граф вычисления производных. Пример одного нейрона. Цепное правило и граф производных. Практика. TF в Google Colab. Практическая работа Знакомство с PyTorch. Подробнее о тензорах. Обучение нейросети. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
10.3	Сверточные нейронные сети	Лекция Введение в свёртки. Как применять нейросеть. Операция свёртки. Простой свёрточный слой. Практическая работа Простой свёрточный слой. Усложняем свёрточный слой. Практика. Усложняем свёрточный слой. Пулинг слой. Практика. Пулинг слой. Первая свёрточная сеть. Практика. Первая свёрточная сеть. Современные архитектуры. Inception V3. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
10.4	Задача оптимизации	Лекция Введение. Функции активации. Инициализация весов. Влияние learning rate и масштаба признаков на сходимость. Batch-нормализация. Dropout-регуляризация. Производная функции. Стохастический градиентный спуск (SGD). Практическая работа Adam — Adaptive Moment Estimation. Матричные операции. Самостоятельная работа	21

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
10.5	Finetuning & Transfer Learning	Лекция Введение. Как получить такие картинки. Перенос обучения. Fine-tuning. Автокодировщики. Un-pooling. Поиск похожих изображений. Быстрый KNN. Пространство представлений Практическая работа Выполнение заданий по теме лекции Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
10.6	Обучение с подкреплением (Reinforcement Learning)	Лекция Введение. Классы обучения. Обучение с подкреплением. Примеры применения обучения с подкреплением. FROZEN LAKE: Состояния и действия. FROZEN LAKE: Действия и награды. FROZEN LAKE: s, a, r, s'. FROZEN LAKE: Эпизоды и Цель обучения. Оптимальная политика. Оценка состояний и действий. Оптимальная Q- функция. Практическая работа Q-функция: таблица. Q-LEARNING. Q- LEARNING: Аппроксимация и Обучение. Трюк 1: EXPLORATION vs EXPLOITATION. Q-LEARNING: Обучение. Трюк 2: EXPERIENCE REPLAY. DEEP Q- LEARNING. Другие методы RL Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
10.7	What's next? Продвинутое нейронные сети	Лекция Введение. Продвинутое задачи. Автоэнкодеры. Часть 1. Автоэнкодеры. Часть 2. Сиамские нейронные сети. ONE- SHOT LEARNING. Обучение ONE-SHOT LEARNING. Генеративные состязательные сети. Генератор и дискриминатор. Синтез изображений. Практическая работа Autoencoder. Практика. VAE. Практика. GAN Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	25
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 10	Экзамен	30

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
11	Модули по выбору 1		
11.1	Модуль 11.1. Молекулярная биология		135
11.1. 1	Состав, структура, свойства и функции нуклеиновых кислот и белков.	Лекция Изучение строения и функций белков и нуклеиновых кислот. Работа с биологическими базами данных, содержащих информацию о последовательностях, структурах и функциях белков или нуклеиновых кислот. 1. Объекты, задачи, основные направления и перспективы развития молекулярной биологии 1.2. Белки. 1.2.1. Аминокислоты 1.2.2. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белка 1.2.3. Посттрансляционные модификации белков 1.2.4. Функции белков 1.3. Состав и структура нуклеиновых кислот. 1.3.1. Нуклеотиды. 1.3.2. Уотсон-Криковские и Хугстиновские пары азотистых оснований. 1.3.3. Открытия, предшествующие установлению структуры ДНК. Расшифровка структуры ДНК. 1.3.4. Функции ДНК и РНК 1.4. Центральная догма молекулярной биологии Практическая работа 1.5. Семинар: работа с биологическими базами данных (uniprot, pdb, ncbi) и с алгоритмами сравнения последовательностей белков и нуклеиновых кислот Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
11.1. 2	Репликация.	Лекция Амплификация молекул ДНК in vivo и in vitro. Изучение механизма репликации репликации ДНК у прокариот и у эукариот, их сопоставление. Изучение методов генной инженерии и ПЦР для работы с амплифицированными последовательностями ДНК in vitro..	20

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		2.1. Репликация ДНК на примере репликации у прокариот. ДНК полимеразы прокариот. Основные компоненты репликативной вилки прокариот и механизм репликации. 2.2. Проблемы репликации и способы их решения в ходе репликации. 2.3. Репликация у эукариот. ДНК полимеразы эукариот. Основные компоненты репликативной вилки прокариот и механизм репликации. Роль зажима. Проблемы репликации и способы их решения в ходе репликации. 2.4. Проблема репликации концов ДНК. Теломеры и теломераза. Контроль репликации у эукариот. Роль циклинов и циклин-зависимых киназ. 2.5. Влияние метилирования на репликацию. Практическая работа 2.6. Семинар: основы генетической инженерии и ПЦР. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
11.1. 3	Репарация ДНК.	Лекция Изучение типов повреждений ДНК и клеточных механизмов, обеспечивающих их репарацию у эукариот. Взаимосвязь технологии редактирования генома CRISPR/Cas и репарации двунитевых разрывов ДНК. 3.1. Типы повреждений ДНК и причины их появлений. 3.2. Прямая репарация повреждение ДНК. Сравнение эксцизионной репарации: эксцизия нуклеотидов и эксцизия оснований. 3.3. Исправление ошибок репликации с помощью пруф-ридинговой активности полимераз и с помощью механизма mismatch repair. 3.4. Репарация двунитевых разрывов ДНК. Гомологичная рекомбинация у эукариот. NHEJ репарация у эукариот: основные участники и роль. 3.5. VDJ рекомбинация. Практическая работа	20

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		3.6. Семинар: CRISPR/Cas система редактирования генома, приложения CRISPR/Cas (в т.ч. CAR-T терапия) Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
11.1. 4	Синтез РНК (транскрипция) и сплайсинг.	Лекция Изучение механизмов синтеза РНК (транскрипции) у прокариот и эукариот, их сравнительная характеристика. Посттранскрипционные модификации мРНК у эукариот. Регуляция экспрессии генов на транскрипционном и посттранскрипционном уровне. 4.1. Транскрипция у прокариот. Устройство РНК-полимеразы бактерий и устройство прокариотических промоторов. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. Регуляция транскрипции у прокариот. Опероны. Лактозный оперон. 4.2. Транскрипция у эукариот. Промотры, энхансеры, сайленсеры у эукариот. РНК-полимеразы эукариот. Базальные и специфические факторы транскрипции. Абортивная транскрипция. Способы активации транскрипционных факторов. Внутриклеточные рецепторы гормонов. 4.3. Посттранскрипционные модификации мРНК у эукариот: кэпирование, полиаденилирование, сплайсинг. Сплайсома. Этапы сплайсинга. Энхансеры сплайсинга. 4.4 Эпигенетическая регуляция экспрессии генов. 4.5. Гистоны и их модификации 4.6. Роль модификаций гистонов в экспрессии генов 4.7. Регуляция экспрессии генов с помощью siRNA и miRNA Практическая работа 4.8. Семинар: методы доставки генной терапии (аденовирусы, аденоассоциированные вирусы), терапия с помощью ASO. Терапия СМА (спинраза и золгенсма). Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	23

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
11.1. 5	Синтез белка (трансляция).	Лекция Изучение механизмов биосинтеза белка у прокариот, эукариот и некоторых вирусов. Их сравнительная характеристика. 5.1. Рибосома и рРНК. 5.2. тРНК, аминоксил-тРНК и аминоксил-тРНК синтетазы. 5.3. Рабочий цикл элонгирующей рибосомы 5.4. Инициация трансляции у прокариот. Основные принципы регуляции трансляции 5.5. Инициация трансляции у эукариот. Основные принципы регуляции трансляции 5.6. Трансляция вирусных РНК. IRES элементы вирусов Практическая работа 5.7. Семинар: генная терапия в клинической практике (муковисцидоз, терапия слепоты). Генная терапия на основе TRPV каналов. мРНК вакцины. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 11.1	Экзамен	30
11.2	Модуль 11.2. Генетика		135
11.2. 1	Предмет и методы классической и современной генетики	Лекция История возникновения классической генетики. Законы Менделя, опыты Моргана. Дальнейшее развитие генетики: молекулярные основы наследственности. История развития представления ДНК как о носителе наследственной информации. Структура ДНК: история развития представлений о структуре ДНК, правила Чаргаффа, модель двойной спирали, А-, В- и Z-формы ДНК. Основы клеточной теории, подразделение живых организмов на прокариоты и эукариоты, строение их клеток. Связь клеточной теории и классической генетики. Решение задач на основные законы генетики. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
11.2. 2	Неменделевское наследование	Лекция Понятие гена и аллели. Виды взаимодействия аллелей: доминантность, межаллельная комплементация, аллельное исключение. Множественный аллелизм, летальные аллели. Примеры. Хромосомы. Хроматин. Организация ДНК в хромосомах. Поздразделение хромосом на соматические (аутосомы) и половые. Кариотип. Сцепленное с полом наследование, пример из опытов Моргана. Кроссинговер. Взаимодействие неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Примеры. Определения пола. Цитоплазматическое наследование. Генетика бактерий. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
11.2. 3	Мутагенез и изменчивость	Лекция Понятие о мутагенезе, эндогенный и экзогенный мутагенез. Мутагены. Внутриклеточные процессы, способствующие появлению мутаций. Точечные мутации. Одно- и двуцепочечные разрывы и другие формы повреждений, затрагивающих одну хромосому. Хромосомные перестройки. Репарация мутаций: эксцизионная репарация оснований или нуклеотидов, мисмэтч-репарация. Репарация двуцепочечных разрывов. Репарация как фактор изменчивости. Естественная популяционная изменчивость. Генетические и эволюционные факторы, ограничивающие изменчивость. Селекция и геномное редактирование. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
11.2. 4	Генетика человека и медицинская генетика	Лекция Генетика человека. Метод родословных. Близнецовый метод. Полигенное и моногенное наследование у человека. Наследственные болезни. Генетика рака. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
11.2. 5	Популяционная и эволюционная генетика	Лекция Эволюционные факторы, влияющие на частоты аллелей. Генетический дрейф. Естественный отбор. Половое размножение. Мутагенез в контексте популяционной генетики. Закон Харди-Вайнберга Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	21
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 11.2	Экзамен	30
12	Модули по выбору 2		
12.1	Модуль 11.1. Инжиниринг данных		135
12.1. 1	Введение в инжиниринг данных: основные понятия и задачи дата-инженера	Лекция Введение. Предмет и задачи инжиниринга данных. Практика. Задачи инженерии данных. Профессия дата-инженера. Задачи дата-инженера. Практика. Дата-инженер в медицинской сфере. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	15
12.1. 2	Базы данных MySQL и NoSQL	Лекция Введение. Основные понятия баз данных. Хранилища данных. Особенности и различия баз данных. Практика. Архитектура хранилища данных. Подходы к формированию баз данных. Системы управления базами данных. Практика.	14

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Возможности и особенности работы в MySQL. Не реляционные базы данных NoSQL. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
12.1. 3	Введение в Linux и bash для задач биоинформатики	Лекция Интерфейс Linux. Навыки работы в операционной системе BioLinux. Практика. Командная строка в bash. Базовые операции в bash. Создание скриптов на bash. Параллельные вычисления в bash. Практика. Построение модели связывания транскрипционного фактора. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	17
12.1. 4	Инструменты обработки данных	Лекция Введение. Обзор основных инструментов обработки данных. ETL-системы. Практика. Разгрузка ETL-процессов. Hadoop. Практика. Базис и дистрибутивы Hadoop. Технология Spark. Практика. Программирование с использованием Apache Spark. Планировщик ETL-процессов. Инструмент Apache Airflow. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	15
12.1. 5	Управления данными и построение конвейеров операций	Лекция Обзор управления данными. Роли при управлении данными. Практика. Средства по управлению данными в экосистеме Hadoop. Введение в конвейеры данных. Обработка потоковых данных. Практика. Оптимизация ETL-конвейера. Использование Apache Airflow для построения конвейеров. Практическая работа	15

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
12.1. 6	Инфраструктура больших данных	Лекция Алгоритмы и структуры данных. Алгоритмы внешней памяти. Поточные алгоритмы. Устройство операционных систем и сетей. Принцип построения работы распределенных систем больших данных. Криптографические протоколы. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	16
12.1. 7	Облачные хранилища	Лекция Обзор облачных хранилищ. Принципы работы с облачными хранилищами. Преимущества и недостатки облачных хранилищ. Практика. Облачные хранилища в медицинской сфере. Принципы адаптации медицинской инфраструктуры при помощи облачных технологий. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	13
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 12.1	Экзамен	30
12.2	Модуль 12.2. Доказательная медицина		135
12.2. 1	Доказательная медицина.	Лекция История возникновения доказательной медицины. Определение доказательной медицины. Клинические исследования. Основные типы и дизайны клинических исследований. Клинический вопрос. Рандомизация в клинических исследованиях. Конечные точки клинических исследований. Количественные результаты клинических исследований.	24

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Принцип иерархии доказательств. Доказательная медицина сегодня. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
12.2. 2	Клиническое исследование. Систематический обзор литературы.	Лекция Понятие систематического обзора. Систематический поиск литературы. MEDLINE. Кокрановская библиотека. EMBASE. E-Library. Bias. Систематическая ошибка. Понятие, виды, источники. Оценка методологического качества КИ Оценка методологического качества РКИ Оценка методологического качества мета-анализа и когортных исследований Представление результатов систематического обзора. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	28
12.2. 3	Медицинская литература и качество медицинских исследований.	Лекция Методы синтеза данных. Мета-анализ. Оценка гетерогенности и выбор статистической модели. Выполнение мета-анализа в Revman. Демонстрационный пример. Непрямое сравнение. Понятие и основные этапы. Непрямое сравнение. Отбор исследований. Выполнение непрямого сравнения в программе ITC. Другие виды синтеза данных: сетевой мета-анализ, скорректированное не прямое сравнение. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	27

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
12.2. 4	Оценка медицинских технологий. Этика медицинских исследований.	Лекция Доказательная медицина в клинической практике врача Доказательная медицина в фармацевтике Доказательная медицина в данных РКП Доказательная медицина в организации здравоохранения Доказательная медицина и цифровые технологии Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	26
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 12.2	Экзамен	30
13	Модули по выбору 3		
13.1	Модуль 13.1. Современные технологии здравоохранения		90
13.1. 1	Развитие медицинских технологий	Лекция Медицина до научно-технической революции. Применение знаний законов физики в медицине. Технологии вакцинирования. Открытие и производство лекарств. Электрофизиология. Рентгеновские лучи. Комплекс технологий «ОРИТ». Трансплантология и регенеративная медицина. Новая эра визуализации. Компьютерные технологии в медицине. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	44
13.1. 2	Прикладные и экспериментальные технологии в медицине и биологии	Лекция Real World Data / Real World Evidence-подход. Дата-журналистика и здравоохранение. Ядерные технологии в медицине. Технологии инструментальной и лучевой диагностики. Современные нейрокогнитивные исследования и технологии.	44

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Перспективные медицинские материалы. Технологии регенеративной медицины. Биофизические технологии. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 13.1	Дифференцированный зачет	2
13.2	Модуль 13.2. Основы инновационного менеджмента и предпринимательства		90
13.2. 1	Теория инноваций	Лекция Современный мир и инновации. Типология и признаки инноваций. Подходы к классификации инноваций. 5 поколений инновационного процесса. Участники инновационной деятельности. Жизненный цикл инновационного проекта. Идея создания инновационного продукта. Жизненный цикл инновационного проекта. Разработка продукта. Жизненный цикл инновационного проекта. Регистрация продукта и выход на рынок. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	22
13.2. 2	Концептуальное проектирование: от идеи до концепции инновационного проекта	Лекция Концептуальное проектирование. Модели бизнес-идеи. Карты интеллекта, когнитивная карта. Стейкхолдеры проекты. Функциональные роли заинтересованных сторон. Драфт концепции инновационного проекта: one pager для инвестора. Регуляторные процессы при выводе на рынок медицинских изделий. Медицинские изделия, разработка документации. Регуляторные процессы при выводе на рынок медицинских изделий. Испытания на производстве. Регуляторные процессы при выводе на рынок медицинских изделий. Клинические испытания. Практическая работа	22

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
13.2. 3	Управление инновациями: от start-up к компании	Лекция Эффективная организация проекта и финансовой деятельности. Позиция инвестора: РЕ, корпоративные венчурные проекты, бизнес-ангелы. Долина смерти. Модели управления проектом: От waterfall к Agile манифесту. Scrum, Kanban. Принципы Lean start up. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	20
13.2. 4	Регулирование и источники финансирования: от барьеров к фандрайзингу	Лекция Виды и формы государственной поддержки инновационной деятельности в России. Регуляторные процессы при выводе на рынок фармацевтических препаратов. Доклиника. Фандрайзинг: гранты, краудфандинг, краудлендинг. Фонд содействия инновациям": требования и варианты предоставления поддержки. Бизнес-план. Модель Остервальдера. P&L. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	24
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 13.2	Дифференцированный зачет	2
Факультативные модули			
14	Модуль 14. Критическое мышление		45
14.1	Введение в критическое мышление	Лекция - Определение понятия "критическое мышление" и его роль в современном обществе - Основные принципы критического мышления	5

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		- Развитие критического мышления как процесса Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
14.2	Логическое и аргументативное мышление	Лекция - Основы логики и логического анализа аргументации - Ошибки мышления и их предотвращение - Развитие навыков аргументации и построения логических цепочек Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	10
14.3	Анализ информации и источников	Лекция - Критическое оценивание информации и достоверности источников - Распознавание предвзятости, стереотипов и манипуляций в информации - Развитие навыков анализа и критического мышления в отношении информации Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	10
14.4	Критическое мышление в профессиональной деятельности	Лекция - Критическое мышление в научных исследованиях - Критическое мышление в медиа и журналистике - Критическое мышление в бизнесе и менеджменте Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	9
14.5	Критическое мышление и общественное участие	Лекция - Критическое мышление в политике и гражданском обществе	9

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		- Критическое мышление и этика - Развитие навыков критического мышления и общественного участия Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 14	Зачет	2
15	<i>Модуль 15. Продвинутое программирование на Python</i>		90
15.1	Объектно-ориентированное программирование	Лекция Парадигмы и принципы программирования. Концепция ООП и значимость принципов. Классы. Магический метод <code>__init__</code>. Методы и функции. Наследование. Наследование класса. Полиморфизм в Python. Статические методы. декораторы класса: <code>@property</code>, <code>@classmethod</code>. Исключения. Тонкости обработки исключений. Собственные классы исключений. Работа с импортом. Работа с файлами. Контекстные менеджеры. Ключевое слово <code>with</code>, принципы создания собственных контекстных менеджеров. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	27
15.2	Алгоритмы и структуры данных	Лекция О-нотация. Основные структуры данных. Основные структуры данных: список, стек, очередь. Нелинейные структуры данных: графы и деревья. Создание собственных структур. Алгоритмы поиска. Алгоритмы сортировки. Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	29
15.3	Системы контроля версий	Лекция Современные системы управления кодом. Git. Введение. Базовые команды Git. Магия Git flow. Полезные возможности Git	32

№ п/п	Наименование модуля, разделов и тем	Содержание обучения, наименование и тематика практических занятий (семинаров), самостоятельной работы	Объем, ак.час.
		Практическая работа Оформление результатов по проделанной работе и выступление на семинаре. Самостоятельная работа Самостоятельное выполнение заданий по теме лекции	
	Промежуточная (итоговая) аттестация по модулю 15	Дифференцированный зачет	2
	Итоговая аттестация	экзамен	16
	Итого:		2025

3. Формы аттестации и оценочные материалы

3.1. Формы аттестации

Оценка качества освоения программы включает текущую, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Текущая аттестация служит для оценки объёма и уровня усвоения слушателем учебного материала одного модуля программы и применяется в рамках текущего контроля успеваемости слушателя.

Промежуточная аттестация слушателей включает сдачу зачетов и экзаменов по модулям, предусмотренным учебно-тематическим планом.

Итоговая аттестация обучающихся проходит в формате тестирования, в ходе которого обучающиеся используют и демонстрируют цифровые компетенции, предусмотренные в процессе освоения ДПП ПП.

Контроль качества знаний осуществляется преподавателем.

Текущий контроль успеваемости слушателей проводится на платформе дистанционного обучения МФТИ.

Объектом оценивания выступают: формируемые знания и умения.

Итоговая аттестация слушателей проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и графиком учебного процесса.

Форма и условия аттестационных испытаний определяются настоящей программой.

Итоговая аттестация проводится слушателями после получения допуска к итоговой аттестации. Доступ к прохождению итоговой аттестации предоставляется слушателям, успешно прошедшим промежуточную аттестацию по всем модулям программы.

Результаты итоговых аттестационных испытаний определяются отметками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются после оформления в установленном порядке протоколов заседаний итоговой аттестационной комиссии.

Оценка «отлично (5)» выставляется обучающемуся, если он показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение

уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

оценка «хорошо (4)» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает неточности в ответе или делает несущественные ошибки при решении задач;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, неточные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, если при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

В случае несогласия с результатами итоговой аттестации слушатель имеет право подать апелляцию в аттестационную комиссию на имя председателя.

Апелляция принимается в день сдачи итогового экзамена сразу после объявления оценок.

В ходе рассмотрения апелляции проверяется правильность и аргументированность выставленной оценки. При необходимости ИАК принимает решение о возможности пересдачи итогового экзамена или повторной защиты выпускной квалификационной работы. Итоги рассмотрения апелляции вносятся в соответствующий протокол в раздел «Особое мнение комиссии».

ИАК рассматривает апелляцию по итоговым экзаменам и сообщает свое решение не позднее, чем через сутки с момента подачи апелляции. При принятии решения о возможности пересдачи итогового экзамена комиссией анализируется лист ответа слушателя и при необходимости ведется беседа по дополнительным вопросам. Решение ИАК по апелляции является окончательным.

Составляющие процесса обучения, которые оцениваются в ходе обучения, и их вклад в итоговую оценку представлены в таблице ниже.

Таблица 7

№ п/п	Основные показатели оценки	Вклад в итоговую оценку, %
1	Промежуточная аттестация по модулю 1	7
2	Промежуточная аттестация по модулю 2	7
3	Промежуточная аттестация по модулю 3	7
4	Промежуточная аттестация по модулю 4	7
5	Промежуточная аттестация по модулю 5	7
6	Промежуточная аттестация по модулю 6	7
7	Промежуточная аттестация по модулю 7	7
8	Промежуточная аттестация по модулю 8	7
9	Промежуточная аттестация по модулю 9	7
10	Промежуточная аттестация по модулю 10	8
11	Промежуточная аттестация по модулю 11	8

12	Промежуточная аттестация по модулю 12	7
13	Промежуточная аттестация по модулю 13	7
14	Итоговая аттестация	7

Самостоятельная работа слушателей подразделяется на аудиторную и внеаудиторную. Аудиторную самостоятельную работу составляют практические задания, которые выполняются слушателями во время учебных занятий, результаты ее выполнения проверяются и оцениваются преподавателем в учебном процессе.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает формы: изучение дополнительной литературы, подготовка итоговых проектов по модулям, подготовка проекта к итоговой аттестации.

Основными критериями качества организации самостоятельной работы служит наличие контроля результатов самостоятельной работы.

Основными современными формами организации самостоятельной работы слушателей являются творческие работы и работа с информационными компьютерными технологиями.

3.2.Оценочные материалы

Таблица 8

Наименование модуля, разделов и тем	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки	Вес задания, %
Английский для профессиональных коммуникаций	УК-4, УК-5	Практические задания по темам лекций	7
Этические аспекты исследований в медицине и биологии	ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ПК-7, ПК-3	Практические задания по темам лекций	7
Программирование на Python для анализа данных	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, УК-1, УК-6	Практические задания по темам лекций	7
Аналитика данных	УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ПК-6	Практические задания по темам лекций	7
Организация исследовательской деятельности	ОПК-5, ОПК-2, УК-1, УК-4, ПК-7, ПК-2	Практические задания по темам лекций	7
Алгоритмы машинного обучения	УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-3, ПК-3	Практические задания по темам лекций	7
Биостатистика	УК-1, ПК-1, ОПК-3	Практические задания по темам лекций	7
Математика для машинного обучения	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, УК-2, ОПК-1, ОПК-5, ПК-2, ПК-8, УК-3, УК-4, УК-6, ОПК-4	Практические задания по темам лекций	7

Наименование модуля, разделов и тем	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки	Вес задания, %
Проектный практикум	УК-1, УК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-8	Практические задания по темам лекций	7
Глубокое обучение	УК-1, ОПК-1, ПК-1	Практические задания по темам лекций	8
Модули по выбору 1	УК-3, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-8, УК-2, УК-4, УК-6, ОПК-2	Практические задания по темам лекций	8
Модули по выбору 2	УК-2, УК-4, ОПК-1, ОПК-4, ПК-8	Практические задания по темам лекций	7
Модули по выбору 3	ОПК-3, ОПК-4, ПК-6, УК-1	Практические задания по темам лекций	7
<i>Критическое мышление</i>	УК-4, УК-5	Практические задания по темам лекций	7
<i>Продвинутое программирование на Python</i>	ПК-1, УК-1, УК-6, ОПК-4	Практические задания по темам лекций	7
Итоговая аттестация	УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8	Итоговое тестирование	7

Примеры заданий

Тестовые задания

Этические аспекты исследований в медицине и биологии

В конце курса будет в качестве экзамена будет тестирование по темам:(примерные)

1. Этика в исследованиях в соответствующих областях медицинской информатики
2. Этические аспекты в ходе жизненного цикла систем искусственного интеллекта
3. Мировые и отечественные тенденции в сфере систем искусственного интеллекта
4. Зарубежная практика регуляции
5. Этический кодекс искусственного интеллекта РФ
6. Этика в исследованиях в соответствующих областях медицинской информатики
7. Регистрационное удостоверение РФ для медицинских изделий с искусственным интеллектом.
8. Этика в клинических испытаниях систем искусственного интеллекта.
9. Этическая экспертиза

10. Независимые этические коммитеты

11. Реальные кейсы прохождения исследований через независимую этическую экспертизу

Программирование на Python для анализа данных

Типовые (примерные) вопросы итогового тестирования:

1. Какие функции имеет оператор return?
2. Можно ли сохранить ссылку на функцию в другой переменной и потом обращаться к этой функции по новой переменной?
3. Что делает метод split?
4. Подключение библиотек. Работа с библиотеками Numpy, Pandas. Элементы функциональных модулей.
5. Особенности визуализации данных.
6. Визуализация данных в медицинской сфере.

Алгоритмы машинного обучения

Пример типовых вопросов итогового тестирования:

1. Алгоритм снижения размерности.
2. Случайный лес.
3. Применением алгоритмов машинного обучения в разных сферах деятельности: биомедицине
4. Линейный дискриминантный анализ (LDA).
5. Практическое использование линейной регрессии.

Биостатистика

Перечень примерных вопросов:

1. Какие из этих вопросов стоит себе задать в первую очередь при желании проверить, качественно ли было проведено исследование?
 - Адекватно ли посчитана выборка?
 - Насколько адекватная цель исследования?
 - Насколько правильно авторы работали с пропущенными данными?
 - Насколько адекватен период наблюдения (follow-up) по длине?
 - Адекватно ли применяли статистические гипотезы при оценке параметров безопасности?
2. Ошибка первого рода — это?

- Вероятность найти различия там, где их нет
- Вероятность не найти различия там, где они есть
- Вероятность того, что эффективный препарат не вылечит заболевание
- Вероятность того, что неэффективный препарат вылечит заболевание

Молекулярная биология

Примеры заданий для текущего контроля:

- Почему обе нити ДНК не могут непрерывно реплицироваться?
 - ДНК-полимераза может катализировать непрерывное добавление нуклеотидов только в направлении от 5' к 3'.
 - ДНК-полимераза может обеспечивать репликацию только одной цепи за раз.
 - В ядре недостаточно места для копирования обеих цепочек
 - ДНК-полимераза может катализировать непрерывное добавление нуклеотидов только в направлении от 3' к 5'.
- Что означают понятия 5' и 3', если речь идет о ДНК и РНК?
- Перед Вами мРНК вида 5' AUG GCG UUU 3'

Какой из представленных фрагментов ДНК мог быть матрицей для этой мРНК?

 - 3' AUG GCG UUU 5'
 - 3' UAC CGC AAA 5'
 - 3' TAC CGC AAA 5'
 - 3' CGT TAT GGG 5'
- Выберете верное утверждение, касающееся инициации трансляции:
 - для инициации трансляции эукариотическая мРНК должна содержать последовательность Шайна-Дальгарно, обеспечивающая привлечение на себя 40S субчастицу-рибосомы
 - для инициации трансляции эукариотическая мРНК должна содержать последовательность Шайна-Дальгарно, обеспечивающая привлечение на себя 30S субчастицу-рибосомы
 - Обычно для инициации трансляции с 5' концом эукариотической мРНК должно связаться множество вспомогательных факторов для привлечения 40S субчастицы рибосомы и сканирования образовавшимся комплексом 5'НТО в поисках стартового кодона
 - Прокариотическая мРНК в отличие от эукариотической, всегда копируется на 5' конце и полиаденилирована с 3' конца

Продвинутое программирование на Python

Примеры тестовых вопросов

1. Объектно-ориентированное программирование

1. Возможность скрыть внутреннее устройство объекта от его пользователей, предоставив через интерфейс доступ только к тем членам объекта, с которыми клиенту разрешается работать напрямую, — это ...

- Объектно-ориентированное программирование
- Императивное программирование
- Инкапсуляция
- Абстракция
- Полиморфизм

2. Что из этого является «настоятельно рекомендуемым» названием для класса в Python?

- `cartState`
- `CartState`
- `cart_state`

3. Как создать атрибут `phone_number` у объекта `peter`?

- `peter.phone_number = "+79116451238"`
- `peter["phone_number"] = "+79116451238"`
- `peter.phone_number == "+79116451238"`

2. Алгоритмы и структуры данных

1. Выберите верные утверждения:

- Статические методы можно вызывать без обращения к классу
- Статические методы используются только для хранения данных общих для всех классов.
- Статические методы используются для выполнения определенных процедур, общих для любого объекта класса.
- Через статические методы нельзя получить информацию об объекте.
- Статические методы — это методы статических объектов.
- Статические методы можно вызывать и через класс, и через объект.

2. Исключения — это

- Ошибки, возникающие в результате работы программы и всегда приводящие к её завершению.
- Ошибки, возникающие в результате выполнения программы и завершающие её работу, если не предусмотрен их отлов.

- Особая сущность в языке Python, которая останавливает работу программы в любом месте.

3. Системы контроля версий

1. Укажите централизованную систему управления кодом?

- SVN
- GIT
- Mercurial

2. Назовите основной недостаток централизованной системы управления кодом?

- единая точка отказа
- малое количество команд для работы с репозиториями
- низкая скорость работы

Практические задания

Английский для профессиональных коммуникаций.

Task 1. Paraphrase the questions below.

1. What is your working experience? I wonder...
2. How many people worked on your project? She was interested to know...
3. Have you ever worked for an international company? My colleague wondered...
4. Do you consider selling your product abroad? Could you tell me...
5. Are you going to enlarge the range of the product you offer? What I am interested in is...
6. Why don't you collaborate with Asian companies? My first question is...
7. How and when did you come up with this idea? I wonder...
8. Who did you discuss your idea with first? Could I ask you...
9. Why didn't you choose a different target audience? I wonder...

Программирование на Python для анализа данных

Билет 1

1. Источники данных. Интеграция с базами медицинских данных.
2. Веб-программирование. Взаимодействие с другими программами и языками программирования.

Билет 2:

1. Техники визуализации данных на Python. Диаграммы рассеяния.
2. Графики. Гистограммы. Столбчатые диаграммы. Прямоугольные диаграммы.

Аналитика данных

Билет 1:

- 1.Операторы языка SQL.
- 2.Использование SQL запросов в базах медицинских данных.

Билет 2:

- 1.Основы языка Python. Хранение данных и управление конструкциями.
- 2.Функции и классы.

Организация и планирование научных исследований

Текущий контроль осуществляется в форме проверки выполнения домашних заданий, а также самостоятельных работ.

Пример домашнего задания (эссе):

- Исключительные права на научный результат. Патент, свидетельство о регистрации.
- Виды патентов (изобретение, полезная модель, промышленный образец);
- Основные элементы научного исследования. Основные элементы научного исследования;
- Признаки научности, проведение анализа их содержания;
- Жанровая специфика научных текстов, их отличия на уровне целей, задач, выводов, композиции.
- Признаки научного эксперимента, его планирование.

Примерные билеты:

Билет 1:

- 1.Реализация исключительных прав. Интеллектуальный результат
- 2.Обнародование результатов исследований в СМИ. Научная коммуникация

Билет 2:

- 1.Этапы работы над исследованием .Фандрайзинг, гранты, подача заявки на грант
- 2.Порталы поддержки проектов гражданской науки

Алгоритмы машинного обучения

Примерные билеты:

Билет 1:

- 1.Использование продвинутых алгоритмов машинного обучения.

2.Решение задач классификации при использовании метода К-ближайших соседей.

Билет 2:

1.Практическое использование наивной байесовской классификации в областях машинного обучения.

2.Метод опорных векторов (SVM). Постановка задачи.

Биостатистика

Примеры контрольных заданий:

1.Уровень значимости. Мощность критерия.

2.Ошибки первого и второго рода.

Примеры экзаменационных билетов (заданий, тестов и др. материалов, используемых для проведения зачета, экзамена):

1 вопрос:

Заполните пропуски в таблице ниже:

Момент времени t (дней)	Кол-во пациентов, выживших к t-1	Кол-во пациентов умерших и выбывших* к t	Пропорция выживших к t	Вероятность дожить до t
0 (start)	12	0		
5		1		
12		1 и 1*		
37		2 и 1*		
45		1		

Округляйте, если необходимо, значения пропорций и вероятностей до десятых. Если необходимо, вводите дробные значения через точку.

Пример: 0.8

Целые значения округлять не нужно. То есть, если у Вас получается 1 в качестве вероятности или пропорции, укажите 1.

2 вопрос:

Вы работаете с непрерывными данными, хотите сравнить 2 группы между собой. Вы предполагаете, что на статистическую разницу между группами может повлиять только группа лечения.

Какой из статистических методов Вы предпочтете для анализа данных?

- ☐ Линейные модели
- ☐ Дисперсионный анализ
- ☐ Т-критерий Стьюдента
- ☐ U-критерий Манна Уитни
- ☐ Log-rank тест
- ☐ Логистическая модель Кокса
- ☐ Критерий Кохрана-Мантеля-Хензеля
- ☐ Логистическая регрессия
- ☐ Непараметрические аналоги дисперсионного анализа
- ☐ Точный критерий Фишера/Критерий Хи квадрат

Математика для машинного обучения

1. Практическое задание

Подобрать метод для решения задачи по определению вероятности заболеваний по генетическим данным. Найти пути оптимизации и исследования функции с помощью Python.

Билет 1 :

1. Формула Байеса
2. Нелинейное уравнение

Билет 2:

1. Скалярное произведение.
2. Собственные значения. Собственные векторы.

Билет 3:

1. Математический анализ данных, исследование функции с использованием Python

Проектный практикум

Перечень примерных тем проектов:

1. Умное динамическое ценообразование.
2. Разработка математической модели прогнозирования продаж.
3. Анализ и прогноз эффективности маршрутов общественного транспорта.

Глубокое обучение

Программная реализация многослойного персептрона для задачи классификации изображений:

1. Подготовить выборку изображений MNIST.
2. Реализовать считывание изображений.
3. Реализовать многослойный персептрон.
4. Реализовать вычисление целевой функции.
5. Реализовать процедуру обучения нейронной сети.
6. Обучить нейронную сеть на выборке MNIST.
7. Оценить точность на обучающей, валидационной и тестовой выборках.
8. Исследовать влияние архитектуры нейронной сети на точность классификации.
9. Реализовать сохранение параметров нейронной сети в файл.
10. Реализовать считывание из файла параметров нейронной сети.

Генетика

Примерные билеты:

Билет 1:

1. Генетические основы заболеваний. Этиология (причины) моногенных и многофакторных заболеваний. Роль генетической предрасположенности в развитии многофакторных болезней.
2. Вклад эпигенетических модификаций в развитие заболеваний.

Билет 2:

1. Генотерапия: история и современное состояние вопроса.
2. Фармакогеномика. Критерии применимости в медицине.
3. Орфанные заболевания. Методы выявления генетических причин орфанных заболеваний.

Билет 3:

1. Генетические тесты и анализы в персонализированной медицине.
2. Типы генных мутаций, их патологические эффекты. Хромосомные aberrации и примеры заболеваний.

Билет 4:

1. Онкологические заболевания и их генетические причины.
2. Биохимические методы, применяемые для диагностики наследственных заболеваний и выявления носителей патологических генов.

Билет 5

1. Генотерапия наследственных заболеваний через соматические клетки (принципы, методы, результаты).

2. Международная программа "Геном человека": цели и задачи, результаты выполнения, клинические приложения.

Инжиниринг данных

Пример экзаменационного билета:

Билет 1:

1. Базовые операции в bash
2. Не реляционные базы данных NoSQL

Билет 2:

1. Алгоритмы и структуры данных.
2. Поточные алгоритмы.

Билет 3:

1. Облачные хранилища в медицинской сфере.
2. Linux для задач анализа медицинских данных;

Доказательная медицина

Примерные билеты:

Билет 1:

- 1 Этические проблемы и ограничения доказательной медицины.
2. Методы выявления предубеждений и ошибок в медицинских исследованиях.

Билет 2:

1. Методология мета-анализа, представление результатов.
2. Основные конфликты интересов стейкхолдеров медицинской индустрии.

Современные технологии здравоохранения

Темы эссе:

1. Какие технологии здравоохранения я считаю наиболее перспективным и почему?
2. Что я могу сделать для устранения барьеров?
3. Общественное здоровье и global health. История появления и развития соответствующих технологий. Ключевые аспекты применения. Ключевые характеристики. Существующие барьеры и возможности развития.

4. История появления и развития технологий замещения и протезирования. Ключевые аспекты применения. Ключевые характеристики существующих технологий. Существующие барьеры и возможности развития.

Основы создания инновационного продукта и предпринимательской деятельности в сфере живых систем

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Менеджмент Цель, сущность, функции менеджмента. Основы управления проектами. Понятие проекта, портфеля, программы. Системы знаний по стандартам в области управления проектами.
2. Основы законодательства в сфере живых систем. Ключевые нормативные акты, регулирующие создание и применение лекарственных препаратов, медицинских изделий: Федеральные законы, нормативные акты министерств и ведомств. Ключевые термины и определения.
3. Варианты классификаций медицинских изделий и лекарственных препаратов.
4. Этапы жизненного цикла медицинского изделия, лекарственного препарата.
5. Процесс изысканий. Доклинические исследования. Клинические исследования. Пострегистрационные

Продвинутое программирование на Python

1. Создать вычисляемое свойство для класса Square. Сделайте метод по вычислению площади свойством. Сделайте сторону квадрата свойством, которое можно установить только через сеттер. В сеттере добавьте проверку условия, что сторона должна быть неотрицательной.
2. Вы находитесь на ветке landing-branch, которая ранее была создана в репозитории. Напишите команду, которая вливает ветку fix-css в ветку landing-branch. Впишите команду.

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

4.1.1. Список литературы

Основная литература

1. Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации : комплексные учебные задания, Электронная копия доступна на сайте электронно-библиотечной системы / И. В. Беляева, Е. Ю. Нестеренко, Т. И. Сорогина. — Москва, Флинта, 2017
2. Роберт Оппенгеймер и атомная бомба [Текст]/М. Рузе , -М., Атомиздат, 1965
3. Python 3. Самое необходимое / Н. А. Прохоренок, В. А. Дронов, Санкт-Петербург, БХВ, 2021

4. Python и анализ данных, Первичная обработка данных с применением pandas, NumPy и IPython / У. Маккини. — Москва, ДМК Пресс, 2020.— URL: <https://e.lanbook.com/book/131721> (дата обращения: 26.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
5. Python и анализ данных, Электрон. версия печ. публикации / У. Маккини. — Москва, ДМК Пресс, 2020
6. Методы анализа данных [Текст] = Optimisation en classification automatique, подход, основанный на методе динамических сгущений/пер. с фр. С. А. Айвазяна, В. Д. Конакова, С. Ю. Адамова, -М., Финансы и статистика, 1985
7. Руководство к лабораторным занятиям по биоорганической химии [Текст] : учеб. пособие для студентов мед. вузов / под ред. Н. А. Тюкавкиной .— М. : Медицина, 1985 .— 256 с.
8. Введение в методы машинного обучения с подкреплением, учебное пособие /А. И. Панов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ; Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). Москва, МФТИ, 2019
9. Машинное обучение: новый искусственный интеллект [Текст]/Э. Алпайдин, -М., Изд. группа "Точка", 2017
10. Статистика для всех / С. Бослаф. — Москва, ДМК Пресс, 2015.— URL: <https://e.lanbook.com/book/66475> (дата обращения: 26.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)
11. Динамическое программирование в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие: доп. М-вом высш. и сред. спец. образования СССР / И. Л. Калихман, М. А. Войтенко .— М : Высшая школа, 1979 .— 125 с.
12. Машинное обучение [Текст], / Х. Бринк, Дж. Ричардс, М. Феверолф, СПб., Питер, 2017
13. Практикум на ЭВМ по математической статистике [Текст] / Ю. С. Харин, М. Д. Степанова - Мн. Университетское, 1987
14. Молекулярная биология клетки [Текст] : в 3 т. Т. 3 : [учебник для вузов] / Б. Альбертс [и др.] ; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы ; под ред. Е. С. Шилова [и др.] .— М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исследований, 2013 .— 1052 с.
15. Основы биохимии Ленинджера [Текст] : в 3 т. = *Leninger Principles of Biochemistry* : [учеб. пособие для вузов] / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .— (Лучший зарубежный учебник) .— Т.1 : Основы биохимии. Строение и катализ. - 2012. - 694 с.
16. Основы биохимии Ленинджера [Текст] : в 3 т. = *Leninger Principles of Biochemistry* : [учеб. пособие для вузов] / Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой [и др.] ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2012 .— (Лучший зарубежный учебник) .— Т.2 : Биоэнергетика и метаболизм. - 2012. - 636 с.
17. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка, учебное пособие /А. С. Спирин. Москва, Лаборатория знаний, 2019
18. Анализ данных на ЭВМ (на примере системы СИТО) [Текст]/В. В. Александров [и др.], -М., Финансы и статистика, 1990
19. Анализ данных и регрессия [Текст] : в 2-х вып. Вып.1/Ф. Мостеллер, Дж. Тьюки , - М., Финансы и статистика, 1982

20. Медицинская кибернетика [Текст]/Е. И. Воробьев, А. И. Китов, -М., Радио и связь, 1983
21. Здоровый образ жизни и его составляющие [Текст] / Е. Н. Назарова, Ю. Д. Жиров - М.Академия,2007
22. Здоровье и физическая культура студента [Текст] / В. А. Бароненко, Л. А. Рапопорт - М.Альфа-М : ИНФРА-М,2018
23. Лечебный массаж, справочник для средних медицинских работников / Л. А. Куничев, Ленинград, Медицина, 1985
24. Предпринимательство. Основной курс [Текст] Кн. 2 : учеб. пособие для вузов / А. В. Бусыгин .— М. : Интерпракс, 1994 .— 206 с.
25. Предпринимательство. Основной курс [Текст]. Кн. 1 : учеб. пособие для вузов / А. В. Бусыгин .— М. : Интерпракс, 1994 .— 253 с.
26. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение [Текст] / Дж. Вандер Плас ; [пер. с англ. И. Пальти], СПб., Питер, 2018
27. Python и машинное обучение, Электронная версия печатной публикации / С. Рашка. — Москва, ДМК Пресс, 2017
28. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль . — Москва, ДМК Пресс, 2018.— URL: <https://e.lanbook.com/book/107901> (дата обращения: 29.01.2021). - Полный текст (Режим доступа : из сети МФТИ / Удаленный доступ)

Дополнительная литература

1. Python и машинное обучение, Электронная версия печатной публикации / С. Рашка. — Москва, ДМК Пресс, 2017
2. Исследование биологических систем математическими методами [Текст], сборник статей/под ред. В. М. Шмидта , -Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1985
3. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа [Текст], сб. статей/Б. Эфрон , -М., Финансы и статистика, 1988
4. Статистика [Текст] : учебник для вузов / под ред. И. И. Елисеевой .— М. : Проспект, 2004 .— 448 с.
5. Молекулярная биология : Структура рибосомы и биосинтез белка [Текст] : учеб. пособие для биол. спец. вузов / А. С. Спирин .— М. : Высшая школа, 1986 .— 302, [4] с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 291-299. - 8000 экз. (в пер.).
6. Лечебная физкультура и массаж [Текст] / П. И. Готовцев, А. Д. Субботин, В. П. Селиванов - М.Медицина,1987

4.1.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <https://e.lanbook.com/book/131721>
2. <https://e.lanbook.com/book/66475>
3. Официальный сайт Python - <https://www.python.org/>
4. Python Numpy Tutorial - <https://es231n.github.io/python-numpy-tutorial/>
5. Открытые датасеты - <https://www.kaggle.com/datasets>
6. Профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных – <http://www.machinelearning.ru/>

4.2. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по программе

Таблица 9

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Система дистанционного обучения	Лекция	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю курса необходимо наличие доступа администратора курса и оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров), качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.
Система дистанционного обучения	Практическая работа	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер.
Система дистанционного обучения	Самостоятельная работа	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер.
Система дистанционного обучения	Промежуточная (итоговая) аттестация	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Членам аттестационной комиссии необходимо оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров), качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.

5. Организация образовательного процесса

В таблице 10 описаны образовательные технологии.

Таблица 10

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Ознакомление с теоретическими основами анализа данных	актуализация и систематизация теоретических знаний по дисциплине
2	Практическая работа	Выполнение заданий	осознание связей между теорией и практикой, повышение степени понимания материала
3	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение дополнительных материалов и литературы.	получение дополнительных теоретических знаний

4	Промежуточная (итоговая) аттестация	Выполнение заданий.	контроль освоения программы
---	---	---------------------	--------------------------------

6. Составители программы

Зубцова Жанна Исхаковна, ведущий специалист ОСОП (центр «Пуск»).

Культепина Ольга Александровна, старший методист (Отдел продуктовой разработки).

Миннахметов Тагир Раивович, старший методист (Отдел продуктовой разработки).

Согласовано,
Ведущий специалист ОСОП

 Ж. И. Зубцова

Согласовано
Заместитель директора (Центр
дополнительного, дополнительного
профессионального и онлайн-образования
"Пуск")

 Ю. О. Ильяшенко