

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
Институт биомедицины (МБФ)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института
Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.В.06.01 Машинное обучение
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)
Биомедицина
Год начала подготовки - 2024

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.06.01 Машинное обучение (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Иванов Сергей Михайлович	кандидат биологических наук	Доцент кафедры биоинформатики МБФ	НИИ биомедицинской химии имени В. Н. Ореховича
2	Лагунин Алексей Александрович	доктор биологических наук, профессор РАН	Заведующий кафедрой биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-------	------------------------	------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биоинформатики МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Лагунин Алексей

Александрович

Доктор биологических наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Целью изучения дисциплины является получение студентами навыков программирования на языке R, знаний о методах машинного обучения, опыта применения полученных знаний для анализа молекулярно-биологических и клинико-диагностических данных

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Обучить студентов методам машинного обучения (метод опорных векторов, искусственные нейронные сети, деревья решений, методы кластеризации данных и др.), реализованных в R, и их применению для анализа молекулярно-биологических и клинико-диагностических данных
- Обучить студентов программированию на языке R, включая синтаксис языка, операторы, базовые функции, импорт и сохранение информации, построение графиков и диаграмм

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Машинное обучение» изучается в 10 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: R, биостатистика; Информатика; Биоинформатика; Высшая математика; Теория вероятности и математическая статистика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика, НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

10 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности	
ОПК-2.ИД2 Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	Знать: основные методы машинного обучения и их реализацию в R
	Уметь: использовать R для построения прогностических моделей на основе методов машинного обучения, а также распределять задачи в рамках исследовательского проекта, включающего использования методов машинного обучения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R
ОПК-6 Способен анализировать и интерпретировать результаты своей профессиональной деятельности, предлагать пути их развития и внедрения, представлять их в письменной и устной форме для различных контингентов слушателей согласно нормам, принятым в профессиональном сообществе	
ОПК-6.ИД1 Анализирует интерпретирует результаты своей профессиональной деятельности	Знать: основные принципы представления результатов машинного обучения в R
	Уметь: использовать основные пакеты R для графического представления результатов обработки данных с использованием машинного обучения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования основных пакетов R для графического представления результатов обработки данных с использованием машинного обучения

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			10
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		61	61
Специализированное занятие (СЗ)		42	42
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Коллоквиум (К)		3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		44	44
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		44	44
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	108	108
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	3,00	3,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

10 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Методы машинного обучения в R			
1	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 1. Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии. Часть 1	Машинное обучение. Обучение с учителем. Задача классификации. Дерево решений. Случайный лес. Метод опорных векторов. Метод К ближайших соседей. Отбор признаков
2	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 2. Методы классификации и регрессии. Часть 2	Наивный Байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза, ROC-кривая. Методы работы с несбалансированными выборками
3	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 3. Методы классификации и регрессии. Часть 3	Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации. Многоклассовая классификация
4	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 4. Введение в нейронные сети. Многослойный перцептрон	Искусственные нейронные сети. Многослойный перцептрон, регуляризация и прореживание
5	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 5. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Анализ изображений	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети
6	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 6. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети. Анализ текста и биологических последовательностей	Рекуррентные нейронные сети
7	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 7. Обучение без учителя. Методы кластеризации	Обучение без учителя. Задача кластеризации. Иерархическая кластеризация. Метод k-средних
8	ОПК-6.ИД1, ОПК-2.ИД2	Тема 8. Обучение без учителя. Методы снижения размерности пространства	Задача снижения размерности пространства. Метод главных компонент, многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP
9	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 9. Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес	Машинное обучение. Обучение с учителем. Задача классификации. Дерево решений. Случайный лес
10	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 10. Метод опорных векторов. Методы отбора признаков	Метод опорных векторов. Методы отбора признаков
11	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 11. Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков	Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков
12	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 12. Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая	Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая
13	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 13. Принципы работы с несбалансированными выборками	Принципы работы с несбалансированными выборками
14	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 14. Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации	Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации
15	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 15. Нейронные сети. Многослойный перцептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	Нейронные сети. Многослойный перцептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия
16	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 16. Нейронные сети. Многослойный перцептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	Нейронные сети. Многослойный перцептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров
17	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 17. Многоклассовая классификация	Многоклассовая классификация
18	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 18. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети
19	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 19. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных
20	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 20. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
21	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 21. Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент	Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент
22	ОПК-2.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 22. Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP	Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
10 семестр							
Раздел 1. Методы машинного обучения в R							
Тема 1. Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии. Часть 1							
1	ЛЗ	Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии. Часть 1	2	Д	1	1	
Тема 2. Методы классификации и регрессии. Часть 2							
2	ЛЗ	Методы классификации и регрессии. Часть 2	2	Д	1	1	
Тема 3. Методы классификации и регрессии. Часть 3							
3	ЛЗ	Методы классификации и регрессии. Часть 3	2	Д	1	1	
Тема 4. Введение в нейронные сети. Многослойный персептрон							
4	ЛЗ	Введение в нейронные сети. Многослойный персептрон	2	Д	1	1	
Тема 5. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Анализ изображений							
5	ЛЗ	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Анализ изображений	2	Д	1	1	
Тема 6. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети. Анализ текста и биологических последовательностей							
6	ЛЗ	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети. Анализ текста и биологических последовательностей	2	Д	1	1	
Тема 7. Обучение без учителя. Методы кластеризации							
7	ЛЗ	Обучение без учителя. Методы кластеризации	2	Д	1	1	
Тема 8. Обучение без учителя. Методы снижения размерности пространства							
8	ЛЗ	Обучение без учителя. Методы снижения размерности пространства	2	Д	1	1	
Тема 9. Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес							
9	СЗ	Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес	3	Т	1	1	1
Тема 10. Метод опорных векторов. Методы отбора признаков							
10	СЗ	Метод опорных векторов. Методы отбора признаков	3	Т	1	1	1
Тема 11. Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков							
11	СЗ	Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков	3	Т	1	1	1
Тема 12. Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая							
12	СЗ	Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая	3	Т	1	1	1
Тема 13. Принципы работы с несбалансированными выборками							
13	СЗ	Принципы работы с несбалансированными выборками	3	Т	1	1	1
Тема 14. Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации							
14	СЗ	Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации	3	Т	1	1	1
Тема 15. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия							
15	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	3	Т	1	1	1
Тема 16. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров							
16	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	3	Т	1	1	1
Тема 17. Многоклассовая классификация							
17	СЗ	Многоклассовая классификация	3	Т	1	1	1
Тема 18. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети							

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
18	СЗ	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети	3	Т	1	1	1
Тема 19. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных							
19	СЗ	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных	3	Т	1	1	1
Тема 20. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети							
20	СЗ	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети	3	Т	1	1	1
Тема 21. Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент							
21	СЗ	Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент	3	Т	1	1	1
Тема 22. Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP							
22	СЗ	Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP	3	Т	1	1	1
23	К	Коллоквиум	3	Р	1	1	1
24	З	Зачет	3	ПА	1	1	
		Всего в семестре	64		23	23	15
		Всего по дисциплине	64		23	23	15

(* , **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
10 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

10 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Специализированное занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	14	308	В	Т	22	15	8
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	701	В	Р	701	467	234
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1009					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

10 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10 семестр

Перечень практических умений и навыков для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Студент должен уметь использовать R для построения прогностических моделей на основе методов машинного обучения

Студент должен знать уметь использовать R для анализа данных с использованием методов кластеризации и методов снижения размерности пространства

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине «Машинное обучение» по программе специалитета
по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

В файле "Common dataset.txt" представлена информация о пациентах, одном из пяти заболеваний либо норме, а также целочисленных признаках, созданных из ЭКГ методом кодограмм В.М. Успенского. Используя различные методы машинного обучения, создайте многоклассовые модели для прогноза наличия/отсутствия у пациента каждого из пяти заболеваний по его ЭКГ. Выполните оценку точности прогноза.

Кафедра биоинформатики МБФ

Заведующий кафедрой
Лагунин Алексей
Александрович
Доктор биологических наук

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Алгоритмы вычислительной статистики в системе R, Буховец А. Г., Москалев П. В., 2024 - 2025	Методы машинного обучения в R	0	https://e.lanbook.com/book/212195
2	Машинное обучение: учебное пособие, Горбаченко В. И., Савенков К. Е., Малахов М. А., 2024 - 2025	Методы машинного обучения в R	0	https://www.iprbookshop.ru/125886.html
3	Машинное обучение: учебное пособие для вузов, Платонов А. В., 2024 - 2025	Методы машинного обучения в R	0	https://urait.ru/book/mashinnoe-obuchenie-520544

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://eor.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов
2. Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>
3. www.studmedlib.ru – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
4. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
5. <http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
6. <http://www.prilib.ru> – сайт Президентской библиотеки
7. Национальная электронная библиотека Портал СИГЛА <https://rusneb.ru/>
8. <https://www.r-project.org/> (основной сайт R)
9. <https://cran.r-project.org/> (архив пакетов для статистического анализа данных в R)
10. <http://www.bioconductor.org/> (Bioconductor – архив пакетов R, предназначенных для анализа молекулярно-биологических данных)

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)

17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Автоматизированная образовательная среда университета
19. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
20. R Studio
21. MS Office (Excel)
22. Adobe Acrobat
23. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Столы , Стулья , Компьютеры для обучающихся , Компьютер персональный , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Проектор мультимедийный
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.