

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.О.03 Машинное обучение

для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

направленность (профиль)

Компьютерное конструирование лекарств

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.03 Машинное обучение (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Компьютерное конструирование лекарств.

Форма обучения: очная

Составители:

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра биоинформатики МБФ»

(протокол от «__» _____ № _____)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом « _____ »

(протокол от «__» _____ 20__ № _____)

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. No 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

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 (модуля):

- 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 2 семестре (ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа; Практика по профилю профессиональной деятельности (лаборантская практика); Практика по направлению профессиональной деятельности (компьютерное конструирование лекарств).

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ПК-3 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области компьютерного конструирования лекарств и смежных областях	
ПК-3.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента.	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 использование методов машинного обучения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Создания прогностических моделей с использованием методов машинного обучения в среде R
ПК-3.ИД2 Руководит научными исследованиями в области компьютерного конструирования лекарств и смежных областях	Знать: Основные методы машинного обучения и их реализацию в R
	Уметь: Использовать R для построения прогностических моделей на основе методов машинного обучения, а также руководить научными исследованиями, включающими использование методов машинного обучения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Создания прогностических моделей с использованием методов машинного обучения в среде R
ПК-4 Способен использовать инструменты и методы компьютерного конструирования лекарств для поиска и создания новых лекарственных веществ	
ПК-4.ИД1 Использует инструменты и методы компьютерного конструирования лекарств для поиска и создания новых лекарственных веществ	Знать: Основные методы машинного обучения и их реализацию в R
	Уметь: Использовать R для построения прогностических моделей на основе методов машинного обучения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Создания прогностических моделей с использованием методов машинного обучения в среде R

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
			2
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		54	54
Специализированное занятие (СЗ)		39	39
Лекционное занятие (ЛЗ)		12	12
Коллоквиум (К)		3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		39	39
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		39	39
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	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	3.00	3.00

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

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Методы машинного обучения в R			
1	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 1. Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии	Машинное обучение. Обучение с учителем. Задача классификации. Дерево решений. Случайный лес. Метод опорных векторов. Отбор признаков
2	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 2. Методы классификации и регрессии	Метод K ближайших соседей. Наивный Байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза, ROC-кривая. Методы работы с несбалансированными выборками
3	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 3. Методы классификации и регрессии (продолжение темы)	Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации. Многоклассовая классификация
4	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 4. Введение в нейронные сети. Многослойный персептрон	Искусственные нейронные сети. Многослойный персептрон, регуляризация и прореживание
5	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 5. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети
6	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 6. Обучение без учителя. Методы кластеризации. Методы снижения размерности пространства	Обучение без учителя. Задача кластеризации. Иерархическая кластеризация. Метод k-средних. Задача снижения размерности пространства. Метод главных компонент, многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP
7	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 7. Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес.	Дерево решений. Случайный лес

8	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 8. Метод опорных векторов. Методы отбора признаков	Метод опорных векторов. Методы отбора признаков
9	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 9. Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков	Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков
10	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 10. Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая	Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая
11	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 11. Принципы работы с несбалансированными выборками	Принципы работы с несбалансированными выборками
12	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 12. 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
13	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 13. Многоклассовая классификация	Многоклассовая классификация
14	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 14. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	Нейронные сети. Многослойный персептрон
15	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 15. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание
16	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 16. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети

17	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 17. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети
18	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 18. 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
19	ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-4.ИД1	Тема 19. 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.

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (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
2 семестр							
Раздел 1. Методы машинного обучения в R							
Тема 1. Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии							
1	ЛЗ	Введение в машинное обучение. Методы классификации и регрессии	2	Д	1	1	
Тема 2. Методы классификации и регрессии							
2	ЛЗ	Методы классификации и регрессии	2	Д	1	1	
Тема 3. Методы классификации и регрессии (продолжение темы)							
3	ЛЗ	Методы классификации и регрессии (продолжение темы)	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. Рекуррентные нейронные сети							
5	ЛЗ	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети	2	Д	1	1	

Тема 6. Обучение без учителя. Методы кластеризации. Методы снижения размерности пространства							
6	ЛЗ	Обучение без учителя. Методы кластеризации. Методы снижения размерности пространства	2	Д	1	1	
Тема 7. Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес.							
7	СЗ	Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес.	3	Т	1	1	1
Тема 8. Метод опорных векторов. Методы отбора признаков							
8	СЗ	Метод опорных векторов. Методы отбора признаков	3	Т	1	1	1
Тема 9. Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков							
9	СЗ	Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков	3	Т	1	1	1
Тема 10. Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая							
10	СЗ	Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая	3	Т	1	1	1
Тема 11. Принципы работы с несбалансированными выборками							
11	СЗ	Принципы работы с несбалансированными выборками	3	Т	1	1	1
Тема 12. Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации							

12	СЗ	Линейные модели для классификации и регрессии. Множественная линейная регрессия. Логистическая регрессия. Понятие о регуляризации	3	Т	1	1	1
Тема 13. Многоклассовая классификация							
13	СЗ	Многоклассовая классификация	3	Т	1	1	1
Тема 14. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия							
14	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	3	Т	1	1	1
Тема 15. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров							
15	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	3	Т	1	1	1
Тема 16. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети							
16	СЗ	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети	3	Т	1	1	1
Тема 17. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети							
17	СЗ	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети	3	Т	1	1	1
Тема 18. Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент							

18	СЗ	Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, метод К-средних. Снижение размерности пространства: метод главных компонент	3	Т	1	1	1
Тема 19. Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP							
19	СЗ	Методы снижения размерности пространства: многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP	3	Т	1	1	1
20	К	Коллоквиум. Итоговое практическое задание. Устный опрос	3	Р	1	1	1
		Всего в семестре	54		20	20	14
		Всего по дисциплине (модулю)	54		20	20	14

(* , ** , *** 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			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос комбинированный	ОК
Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

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

Условные обозначения ****

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
--------------------------	-----------------------------

<p>«зачтено»</p>	<p>Соблюдение двух условий: 1) Студент умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; 2) При устном ответе студент демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает не полный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.</p>
<p>«не зачтено»</p>	<p>Соблюдение хотя бы одного из условий: 1) Студент: - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации и/или технические средства. 2) Студент: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию); - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации и/или технические средства.</p>

6. Структура рейтинга по дисциплине (модулю)

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

2 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	13	312	В	Т	24	16	8
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	701	В	Р	701	467	234
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1013					

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)

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	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 (модулю)

2 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

Зачетный билет для проведения зачёта

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

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.В.О.03 «Машинное обучение»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«06.04.01 Биология»

направленность (профиль)

«Компьютерное конструирование лекарств»

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.

Заведующий кафедрой Кафедра биоинформатики МБФ Лагунин А. А.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

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 (модуля)

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

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. R Studio
4. MS Office (Excel)
5. Microsoft Office (Word)
6. Adobe Acrobat
7. Автоматизированная образовательная среда университета
8. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 (модуля):

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Проектор мультимедийный , Столы , Стулья , Компьютер персональный , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Компьютеры для обучающихся
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.

