

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.О.03 Машинное обучение

для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры

по направлению подготовки

12.04.04 Биотехнические системы и технологии

направленность (профиль)

Медицинская геномика и эпигеномика

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.03 Машинное обучение (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская геномика и эпигеномика.

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 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. Устав и локальные нормативные акты Университета.
2. Общая характеристика образовательной программы.
3. 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 освоения дисциплины «Машинное обучение» 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 обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины: R, биостатистика; Информатика; Методы математической обработки медико-биологических данных и сигналов.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Автоматизация обработки экспериментальных данных.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Производственно-технологическая практика; Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
<p>ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом исследований, разработки и проектирования биотехнических систем и технологий</p>	
ОПК-1.ИД1 Проводит анализ научно-технической информации по теме планируемых исследований в области создания биотехнических систем и технологий	Знать: основные методы статистической обработки данных
	Уметь: применять основные методы статистической обработки данных с использованием языка программирования R
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения основных методов статистической обработки данных с использованием языка программирования R
ОПК-1.ИД2 Осуществляет проектирование, организацию и контроль за соблюдением технологии производства биотехнических систем	Знать: основные методы статистической обработки данных
	Уметь: применять основные методы статистической обработки данных с использованием языка программирования R
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения основных методов статистической обработки данных с использованием языка программирования R
ОПК-1.ИД3 Исследует биотехнические системы медицинского, экологического и биометрического назначения с использованием программных средств	Знать: основные методы статистической обработки данных
	Уметь: применять основные методы статистической обработки данных с использованием языка программирования R
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения основных методов статистической обработки данных с использованием языка программирования R

ОПК-1.ИД4 Оценивает эффективность выбора и методы правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности и проектирования биотехнических систем и технологий	Знать: основные методы статистической обработки данных
	Уметь: применять основные методы статистической обработки данных с использованием языка программирования R
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения основных методов статистической обработки данных с использованием языка программирования R
ОПК-1.ИД5 Разрабатывает физические, математические и информационно-структурные модели	Знать: основные методы статистической обработки данных
	Уметь: применять основные методы статистической обработки данных с использованием языка программирования R
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения основных методов статистической обработки данных с использованием языка программирования R
ОПК-2 Способен организовывать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами исследований в области биотехнических систем и технологий	
ОПК-2.ИД1 Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания биотехнических систем и технологий	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): практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R

ОПК-2.ИД2 Проводит поиск информации, интерпретирует данные научных публикаций и результатов научного исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий	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): практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R
ОПК-2.ИД3 Планирует, разрабатывает и проводит научные исследования в области биотехнических систем и технологий	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): практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R
ОПК-2.ИД4 Проводит публичное представление результатов научного исследования и разработки, представляет и аргументированно защищает полученные результаты	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): практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R

<p>ОПК-2.ИД5 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта формирует план научного эксперимента.</p>	<p>Знать: основные методы машинного обучения и их реализацию в R</p>
	<p>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</p>
	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования методов машинного обучения с помощью среды R</p>

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.:		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.:		64	64
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		64	64
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	128	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	4.00	4.00

* 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	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	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. Отбор признаков
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 2. Методы классификации и регрессии. Часть 2	Метод K ближайших соседей. Наивный Байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза, ROC-кривая. Методы работы с несбалансированными выборками
3	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	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-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 4. Введение в нейронные сети. Многослойный персептрон	Искусственные нейронные сети. Многослойный персептрон, регуляризация и прореживание
5	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 5. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Анализ изображений	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети
6	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 6. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети. Анализ текста и биологических последовательностей	Рекуррентные нейронные сети

7	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 7. Обучение без учителя. Методы кластеризации	Обучение без учителя. Задача кластеризации. Иерархическая кластеризация. Метод k-средних
8	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 8. Обучение без учителя. Методы снижения размерности пространства	Задача снижения размерности пространства. Метод главных компонент, многомерное шкалирование, t-SNE, UMAP
9	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 9. Понятие о машинном обучении. Дерево решений. Случайный лес	Дерево решений. Случайный лес

10	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 10. Метод опорных векторов. Методы отбора признаков	Метод опорных векторов. Методы отбора признаков
11	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 11. Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков	Метод К ближайших соседей. Методы отбора признаков
12	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 12. Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая	Наивный байесовский классификатор. Оценка вероятностей прогноза. ROC-кривая

13	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 13. Принципы работы с несбалансированными выборками	Принципы работы с несбалансированными выборками
14	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	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-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 15. Многоклассовая классификация	Многоклассовая классификация

16	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 16. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия
17	ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5	Тема 17. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров
18	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 18. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети

19	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	Тема 19. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных	Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети. Расширение данных
20	ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4, ОПК-1.ИД1	Тема 20. Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети	Глубокое обучение. Рекуррентные нейронные сети
21	ОПК-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	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-1.ИД1, ОПК-2.ИД5, ОПК-1.ИД2, ОПК-1.ИД3, ОПК-1.ИД4, ОПК-1.ИД5, ОПК-2.ИД1, ОПК-2.ИД2, ОПК-2.ИД3, ОПК-2.ИД4	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.

№ 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. 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. Многоклассовая классификация							
15	СЗ	Многоклассовая классификация	3	Т	1	1	1
Тема 16. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия							
16	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Бинарная, многоклассовая классификация. Регрессия	3	Т	1	1	1
Тема 17. Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров							
17	СЗ	Нейронные сети. Многослойный персептрон. Регуляризация и прореживание. Подбор гиперпараметров	3	Т	1	1	1
Тема 18. Глубокое обучение. Сверточные нейронные сети							
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. Итоговое практическое задание. Устный опрос	3	Р	1	1	1
		Всего в семестре	61		23	23	15
		Всего по дисциплине (модулю)	61		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			+
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	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)

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.О.03 «Машинное обучение»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«12.04.04 Биотехнические системы и технологии»

направленность (профиль)

«Медицинская геномика и эпигеномика»

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;
ознакомиться с электронным образовательным ресурсом 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 специализированного 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. Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>
2. <http://www.prlib.ru> – сайт Президентской библиотеки
3. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова)
4. <http://www.rusneb.ru> – сайт национальной электронной библиотеки
5. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
6. <http://eor.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов
7. www.studmedlib.ru – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
8. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
9. Национальная электронная библиотека Портал СИГЛИА <https://rusneb.ru/>
10. <https://www.r-project.org/> (основной сайт R)
11. <https://cran.r-project.org/> (архив пакетов для статистического анализа данных в R)
12. <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 (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. MS Office (Power Point)
7. Adobe Acrobat
8. Автоматизированная образовательная среда университета
9. 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 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Стол , Стулья , Компьютер персональный , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Проектор мультимедийный
2	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Проектор мультимедийный , Столы , Стулья , Компьютеры для обучающихся , Компьютер персональный , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	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
4	Учебная аудитория для проведения	Учебная мебель (столы и стулья для

промежуточной аттестации	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.

