

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.20 Теория вероятности и математическая статистика
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)
Биомедицина**

Год начала подготовки - 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.20 Теория вероятности и математическая статистика (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	Ширяев Олег Борисович	доктор физико-математических наук, профессор	заведующий кафедрой	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Пятницкий Алексей Михайлович	кандидат физико-математических наук, доцент	доцент	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
1	Зарубина Татьяна Васильевна	доктор медицинских наук, профессор	заведующий кафедрой	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра высшей математики МБФ»
протокол от «__» _____ № _____

Зав. кафедрой
Ширяев Олег Борисович
Доктор физико-математических 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.

© 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 «теория вероятности и математическая статистика» является подготовка высокопрофессионального специалиста, владеющего математическими знаниями, умениями и навыками, позволяющими ему применять теорию вероятности и математическую статистику как инструмент логического анализа, численных расчетов и оценок, построения математических моделей физико-химического, биологического и медицинского содержания, обработки экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Изучение фундаментальных понятий, свойств, методов и применения основных разделов теории вероятности и математической статистики для вычисления вероятностей событий, построения оценок, проверки гипотез, выявления зависимостей.
- Приобретение студентами знаний о методах построения вероятностных моделей и использования теории вероятности и математической статистики для изучения естественнонаучных и медико-биологических дисциплин.
- Формирование базовых навыков применения статистических методов для обработки медико-биологических данных.
- Формирование навыков изучения научной литературы и использования справочной литературы при математической обработке данных.
- Формирование у студентов навыков общения с коллективом.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория вероятности и математическая статистика» изучается в 3, 4 семестре (ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Биоинформатика; Микробиология, вирусология; Молекулярная биология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

3 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: О надежности и валидности «ручных» методов статистического анализа данных, при решении научных, прикладных и экспертных задач.
	Уметь: Проводить сравнительную оценку надежности и валидности методов статистического анализа данных, применимых при решении научных, прикладных и экспертных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Сравнительной оценки надежности и валидности методов статистического анализа данных, применимых при решении научных, прикладных и экспертных задач
ОПК-3.ИД2 Использует знание современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: Об особенностях использования надежных и валидных методов статистического анализа данных при решении научных, прикладных и экспертных задач
	Уметь: Применять надежные и валидные методы статистического анализа данных при решении научных и прикладных задач.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Применения надежных и валидных методов статистического анализа данных для проведения психологической оценки при решении научных и прикладных задач
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 методы планирования эксперимента и статистического анализа результатов эксперимента
	Уметь: Использовать методы статистики для определения плана эксперимента, объема выборки, конечных пунктов исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами используемыми в доказательной медицине для получения статистически значимых результатов исследования

4 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3 Способен использовать знание современных теоретических и методических подходов точных и смежных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-3.ИД1 Использует знание современных теоретических и методических подходов точных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: знать современные теоретические и методические подходы для точных наук при решении междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности
	Уметь: рассчитать медико-статистические показатели, определить ключевые и переменные понятия, которые применяются в научной сфере
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): решением междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности
ОПК-3.ИД2 Использует знание современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности	Знать: знание современных теоретических и методических подходов естественных наук для решения междисциплинарных задач в сфере профессиональной деятельности
	Уметь: рассчитать медико-статистические показатели
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами обработки статистических данных
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 и интерпретирует результаты своей профессиональной деятельности	Знать: методы и критерии статистического сопровождения профессиональной деятельности
	Уметь: проводить статистический анализ данных, возникающий в ходе профессиональной деятельности
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): статистической проверки результатов

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	
			3	4
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		113	55	58
Лекционное занятие (ЛЗ)		32	16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		72	36	36
Коллоквиум (К)		9	3	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		76	38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		44	30	14
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)		32	8	24
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		11	3	8
Экзамен (Э)**		8	0	8
Зачет (З)*		3	3	0
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		24	0	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	224	96	128
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	7,00	3,00	4,00

* 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.

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Теория вероятности.			
1	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 1. Основы теории вероятности.	1. Различные определения вероятности события. Основные задачи ТВ и МС. 2.Случайные события и операции над ними. Классическое определение вероятности. Условная вероятность. 3.Принцип умножения и основные формулы комбинаторики. Урновые модели, схемы выбора с возвращением и без возвращения. Методы решения задач на классическое определение вероятности. 4.Основные вычислительные формулы ТВ: вероятность объединения и пересечения событий, формула полной вероятности, формула Байеса. 5.Общее определение вероятности события: конечное число не равновозможных элементарных исходов, бесконечное число элементарных исходов при геометрическом определении вероятности.
2	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 2. Одномерные случайные величины – дискретные, непрерывные, смешанные.	6.Схема независимых испытаний Бернулли и связанные с ней распределения: биномиальное, геометрическое, отрицательное биномиальное, пуассоновское, полиномиальное. 7. Дискретные, непрерывные и смешанные одномерные случайные величины. Законы распределения (CDF, PMF, PDF), моменты и квантили. Характеристики положения и рассеяния. Безразмерные величины – коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса. 8.Нормальное распределение. Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа – аппроксимация биномиального и пуассоновского распределения с помощью нормального. 9.Оценка вероятности по частоте появления события.
3	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 3. Многомерные случайные величины.	10.Функция распределения и плотность вероятности для системы двух и более случайных величин. Безусловные и условные (краевые) распределения, вектор математических ожиданий и матрица ковариаций. 11.Теоремы о математическом ожидании и дисперсии. Неравенства Маркова и Чебышева. Использование индикаторов событий при вычислении моментов. 12.Функции случайных аргументов. Примеры – случайная величина хи-квадрат, униформирующее преобразование. Функции случайных аргументов. Распределения суммы, разности, произведения и частного. Методы линеаризации. Преобразования стабилизирующие дисперсию. 13.Производящие и характеристические функции. Вычисление моментов. Производящие функции для суммы, разности и линейных комбинаций независимых случайных величин. 14.Центральная предельная теорема. 15.Двумерное нормальное распределение. Линейная регрессия. 16. Многомерное нормальное распределение. Линейные функции от нормально распределенных величин.

4 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Математическая статистика.			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 1. Построение оценок и проверка статистических гипотез.	17. Основные методы построения точечных оценок – метод моментов, метод максимального правдоподобия. Понятие об устойчивом оценивании. 18. Точечные оценки параметров биномиального, пуассоновского, экспоненциального, равномерного, нормального (при известной дисперсии) распределений. Интервалы рассеяния и доверительные интервалы. 19. Основные распределения математической статистики – хи квадрат, Стьюдента, Фишера. Типичные приложения. 20. Построение точных доверительных интервалов для параметров нормального распределения с использованием распределений хи-квадрат и Стьюдента. 21. Проверка гипотез для параметров нормального распределения. Критерий Стьюдента для несвязанных и связанных выборок. 22. Проверка простых и сложных статистических гипотез: критическая область, p-value, односторонние и двухсторонние критерии, ошибки 1-ого и 2-ого рода, мощность критерия, множественные сравнения. 23. Расстояние Пирсона и хи квадрат критерий при проверке простых и сложных гипотез. Анализ таблиц сопряженности. 24. Проверка гипотез о виде закона распределения. Использование критерия хи квадрат и критерия Колмогорова. 25. Анализ данных содержащих выбросы. Оценки Мешалкина для нормального распределения.
2	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 2. Метод наименьших квадратов.	26. Общая схема метода наименьших квадратов (МНК). МНК для линейной модели и его геометрическая интерпретация. Проверка линейных гипотез в МНК. 27. Линейная регрессия как пример использования МНК. Формулы для оценки параметров, доверительные интервалы, проверка гипотез о параметрах. 28. Однофакторный дисперсионный анализ, как обобщение задачи Стьюдента о сравнении двух выборок. Основное тождество дисперсионного анализа. F отношение Фишера. Проблема множественных сравнений, использование неравенств Бонферони. метод Шеффе.
3	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 3. Проверка гипотез при фиксированном и случайном объемах выборки (последовательный анализ Вальда).	29. Проверка простых гипотез, ошибки 1-ого и 2-ого рода, применение леммы Неймана-Пирсона. Пример - линейный дискриминант Фишера. 30. Последовательный критерий отношения вероятностей (последовательный анализ Вальда). Ожидаемый объем выборки. Преимущества и недостатки последовательной схемы в сравнении с обычным методом.
4	ОПК-3.ИД1, ОПК-3.ИД2, ОПК-6.ИД1	Тема 4. Анализ многомерных данных.	31. Метод главных компонент, ортогональная регрессия, гребневая (ridge) регрессия. 32. Методы классификации данных с учителем. Линейный дискриминант Фишера, SVM, random forest. Методы сравнения классификаторов – ROC кривые и кроссвалидация. 33. Задача поиска структур в данных – точек разладки (change point) и кластеров.

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	ОП	ОК
1	2	3	4	5	6	7	8
3 семестр							
Раздел 1. Теория вероятности.							
Тема 1. Основы теории вероятности.							
1	ЛЗ	Различные определения вероятности события. Основные задачи Теории Вероятности и Математической Статистики.	2	Д	1	1	
2	ЛПЗ	Случайные события и операции над ними. Классическое определение вероятности. Условная вероятность.	3	Т	1	1	
3	ЛПЗ	Принцип умножения и основные формулы комбинаторики. Урновые модели, схемы выбора с возвращением и без возвращения. Методы решения задач на классическое определение вероятности.	3	Т	1	1	
4	ЛЗ	Обзор вычислительных формул ТВ: вероятность объединения и пересечения событий, формула полной вероятности, формула Байеса	2	Д	1	1	
5	ЛПЗ	Общее определение вероятности события: конечное число не равновероятных элементарных исходов, бесконечное число элементарных исходов при геометрическом определении вероятности.	3	Т	1	1	
6	ЛПЗ	Основные вычислительные формулы теории вероятности: вероятность объединения событий, произведения событий, формула полной вероятности, формула Байеса.	3	Т	1	1	
Тема 2. Одномерные случайные величины – дискретные, непрерывные, смешанные.							
7	ЛЗ	Дискретные, непрерывные и смешанные одномерные случайные величины. Законы распределения (CDF, PMF, PDF), моменты и квантили.	2	Д	1	1	
8	ЛПЗ	Схема независимых испытаний Бернулли и связанные с ней распределения: биномиальное, геометрическое, отрицательное биномиальное, пуассоновское, полиномиальное.	3	Т	1	1	
9	ЛПЗ	Одномерная случайная величина. Законы распределения, моменты, квантили. Характеристики положения и рассеяния. Безразмерные величины – коэффициенты вариации, асимметрии, эксцесса.	3	Т	1	1	
10	ЛЗ	Аппроксимация биномиального и пуассоновского распределений с помощью нормального распределения (локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа).	2	Д	1	1	
11	ЛПЗ	Нормальное распределение. Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа – аппроксимация биномиального и пуассоновского распределения с помощью нормального.	3	Т	1	1	
12	ЛПЗ	Оценка вероятности по частоте появления события. Интервал рассеяния и доверительный интервал. Планирование объема выборки для оценки вероятности при заданных значениях точности и надежности.	3	Т	1	1	
Тема 3. Многомерные случайные величины.							
13	ЛЗ	Многомерные случайные величины. Безусловные и условные функции распределения. Ковариационная матрица.	2	Д	1	1	
14	ЛПЗ	Функция распределения и плотность вероятности для системы двух и более случайных величин. Условные распределения, вектор математических ожиданий и матрица ковариаций.	3	Т	1	1	
15	ЛПЗ	Теоремы о математическом ожидании и дисперсии. Неравенства Маркова и Чебышева. Использование индикаторов событий при вычислении моментов.	3	Т	1	1	
16	ЛЗ	Функции случайных аргументов. Примеры – случайная величина хи-квадрат, униформизирующее преобразование.	2	Д	1	1	

[illegible]

№ 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	ОП	ОК
1	2	3	4	5	6	7	8
37	ЛЗ	Проверка простых гипотез. Лемма Неймана Пирсона. Пример - линейный дискриминант Фишера.	2	Д	1	1	1
38	ЛПЗ	Проверка простых гипотез, ошибки 1-ого и 2-ого рода, применение леммы Неймана-Пирсона.	3	Т	1	1	1
39	ЛПЗ	Последовательный критерий отношения вероятностей (последовательный анализ Вальда). Ожидаемый объем выборки.	3	Т	1	1	1
40	ЛЗ	Метод последовательного анализа Вальда, для проверки простых гипотез. Преимущества и недостатки последовательной схемы в сравнении с обычным методом.	2	Д	1	1	1
Тема 4. Анализ многомерных данных.							
41	ЛПЗ	Метод главных компонент, ортогональная регрессия, гребневая (ridge) регрессия.	3	Т	1	1	1
42	ЛПЗ	Методы классификации данных с учителем. Линейный дискриминант Фишера, SVM, random forest. Методы сравнения классификаторов – ROC кривые и кроссвалидация.	3	Т	1	1	1
43	К	коллоквиум	3	Р	1	1	1
44	К	коллоквиум	3	Р	1	1	1
45	Э	экзамен	8	ПА	1	1	1
		Всего в семестре	66		22	22	22
		Всего по дисциплине	124		43	43	22

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
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 письменный	Опрос письменный	ОП		+	+
3	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			

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
3 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос письменный
4 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос письменный, Опрос комбинированный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

3 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Соблюдение хотя бы одного из условий: 1) Тестовый контроль должен быть написан не менее чем на 75 %; 2) При устном ответе студент демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (владение способами вывода и доказательства соотношений и теорем), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; - делает верные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает неточности при воспроизведении знаний; - на дополнительные вопросы по программному материалу отвечает фрагментарно; - умеет применять полученные знания при решении типовых задач, но допускает ситуационные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимися с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	Соблюдение двух условий: 1) Тестовый контроль написан менее чем на 75 %; 2) Студент: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает факты и доказательства), - 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 задач; или: - отказывается от ответа.

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

4 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«неудовлетворительно»	в том случае, если обучающийся: - частично выполнил или 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 задач; - не умеет пользоваться необходимым оборудованием, инструментами, обращаться с препаратами; или: - отказывается от ответа.
«хорошо»	в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает серьезных ошибок при воспроизведении знаний; - В целом дает ответы на дополнительные вопросы

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
	по программному материалу, но испытывает частичные затруднения с их аргументацией; - умеет применять полученные знания и умения при решении стандартных задач, понимает природу используемых в данном рассматриваемом случае методов; Допускаются мелкие неточности и не более двух ошибок, которые после уточнения (наводящих вопросов) обучающийся способен исправить.
«удовлетворительно»	в том случае, если обучающийся: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует знание программного материала на уровне разрозненных фактов, но не может вывести приводимые формулы и доказать воспроизводимые утверждения, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; - не делает правильные обобщения и выводы; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает фрагментарно с трудом; - умеет применять полученные знания при решении простейших типовых задач, но допускает ситуационные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«отлично»	в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение всего объема программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, логично излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает ошибок при воспроизведении знаний; - выстраивает логичные, согласованные с общим контекстом курса ответы на дополнительные вопросы по программному материалу; идентифицирует частные случаи, требующие адаптации общего подхода, и демонстрирует понимание их природы; осознает условия и ограничения применимости излагаемой теории; - осмысленно применяет полученные знания и умения при решении задач, в том числе требующих комбинирования различных математических методов либо учета возможных особых случаев.

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.

3 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос письменный	ОП	12	156	В	Т	13	9	5
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	0	0	В	Р	234	156	78
		Опрос письменный	ОП	1	234	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					390					

4 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос письменный	ОП	12	156	В	Т	13	9	5
Коллоквиум	К	Опрос письменный	ОП	2	468	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					624					

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)

3 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 230 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 230 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

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

4 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
	контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	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

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Различные определения вероятности события. Основные задачи теории вероятности и математической статистики.

Случайные события и операции над ними.

Классическое определение вероятности.

Принцип умножения и основные формулы комбинаторики.

Условная вероятность.

Вероятность объединения и произведения событий.

Формула полной вероятности, формула Байеса.

Геометрическое определение вероятности.

Схема независимых испытаний Бернулли и связанные с ней распределения.

Биномиальное распределение.

Пуассоновское распределение.

Геометрическое распределение.

Отрицательное биномиальное распределение.

Полиномиальное распределение.

Дискретные, непрерывные и смешанные одномерные случайные величины. Законы распределения (CDF, PMF, PDF), моменты и квантили.

Нормальное распределение. Функция Лапласа и ее квантили.

Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа – аппроксимация биномиального и пуассоновского распределения с помощью нормального.

Оценка вероятности по частоте появления события. Интервал рассеяния и доверительный интервал.

Планирование объема выборки для оценки вероятности при заданных значениях точности и надежности.

Функция распределения и плотность вероятности для системы двух и более случайных величин. Условные распределения, вектор математических ожиданий и матрица ковариаций.

Теоремы о математическом ожидании и дисперсии.

Неравенства Маркова и Чебышева.

Функции случайных аргументов. Распределения суммы, разности, произведения и частного.

Методы линеаризации при нахождении среднего и дисперсии для функций от случайных аргументов. Преобразования, стабилизирующие дисперсию.

Производящие и характеристические функции. Вычисление моментов. Суммы и разности независимых случайных величин.

Центральная предельная теорема.

Двумерное нормальное распределение. Линейная регрессия.

Многомерное нормальное распределение. Линейные функции от нормально распределенных величин.

Основные методы построения точечных оценок – метод моментов, метод максимального правдоподобия. Понятие об устойчивом оценивании.

Точечные оценки параметров биномиального, пуассоновского, экспоненциального, равномерного, нормального (при известной дисперсии) распределений. Интервалы рассеяния и доверительные интервалы.

Проверка простых и сложных статистических гипотез: критическая область, p-value, односторонние и двухсторонние критерии, ошибки 1-ого и 2-ого рода, мощность критерия, множественные сравнения.

Основные распределения математической статистики – хи квадрат, Стьюдента, Фишера.

Построение точных доверительных интервалов для параметров нормального распределения с использованием распределений хи-квадрат и Стьюдента.

Проверка гипотез для параметров нормального распределения. Критерий Стьюдента для несвязанных и связанных выборок.

Расстояние Пирсона и хи квадрат критерий при проверке простых и сложных гипотез.

Анализ таблиц сопряженности.

Проверка гипотез о виде закона распределения. Использование критерия хи квадрат и критерия Колмогорова.

Общая схема метода наименьших квадратов (МНК). Геометрическая интерпретация МНК в линейной модели.

Проверка линейных гипотез в МНК.

Линейная регрессия как пример использования МНК. Формулы для оценки параметров, доверительные интервалы, проверка гипотез о параметрах.

Однофакторный дисперсионный анализ, как обобщение задачи Стьюдента о сравнении двух выборок. F отношение Фишера.

Проблема множественных сравнений, метод Бонферони, метод Шеффе а однофакторном дисперсионном анализе.

Проверка простых гипотез. Лемма Неймана Пирсона. Пример - линейный дискриминант Фишера.

Метод последовательного анализа Вальда, для проверки простых гипотез. Преимущества и недостатки последовательной схемы в сравнении с обычным методом.

Метод главных компонент, ортогональная регрессия, гребневая (ridge) регрессия.

Методы классификации данных с учителем. Линейный дискриминант Фишера, SVM, random forest. Методы сравнения классификаторов – ROC кривые и кроссвалидация.

4 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

Различные определения вероятности события. Основные задачи теории вероятности и математической статистики.

Случайные события и операции над ними.

Классическое определение вероятности.

Принцип умножения и основные формулы комбинаторики.

Условная вероятность.

Вероятность объединения и произведения событий.

Формула полной вероятности, формула Байеса.

Геометрическое определение вероятности.

Схема независимых испытаний Бернулли и связанные с ней распределения.

Биномиальное распределение.

Пуассоновское распределение.

Геометрическое распределение.

Отрицательное биномиальное распределение.

Полиномиальное распределение.

Дискретные, непрерывные и смешанные одномерные случайные величины. Законы распределения (CDF, PMF, PDF), моменты и квантили.

Нормальное распределение. Функция Лапласа и ее квантили.

Локальная и интегральная формулы Муавра-Лапласа – аппроксимация биномиального и пуассоновского распределения с помощью нормального.

Оценка вероятности по частоте появления события. Интервал рассеяния и доверительный интервал.

Планирование объема выборки для оценки вероятности при заданных значениях точности и надежности.

Функция распределения и плотность вероятности для системы двух и более случайных величин. Условные распределения, вектор математических ожиданий и матрица ковариаций.

Теоремы о математическом ожидании и дисперсии.

Неравенства Маркова и Чебышева.

Функции случайных аргументов. Распределения суммы, разности, произведения и частного.

Методы линеаризации при нахождении среднего и дисперсии для функций от случайных аргументов. Преобразования, стабилизирующие дисперсию.

Производящие и характеристические функции. Вычисление моментов. Суммы и разности независимых случайных величин.

Центральная предельная теорема.

Двумерное нормальное распределение. Линейная регрессия.

Многомерное нормальное распределение. Линейные функции от нормально распределенных величин.

Основные методы построения точечных оценок – метод моментов, метод максимального правдоподобия. Понятие об устойчивом оценивании.

Точечные оценки параметров биномиального, пуассоновского, экспоненциального, равномерного, нормального (при известной дисперсии) распределений. Интервалы рассеяния и доверительные интервалы.

Проверка простых и сложных статистических гипотез: критическая область, p-value, односторонние и двухсторонние критерии, ошибки 1-ого и 2-ого рода, мощность критерия, множественные сравнения.

Основные распределения математической статистики – хи квадрат, Стьюдента, Фишера.

Построение точных доверительных интервалов для параметров нормального распределения с использованием распределений хи-квадрат и Стьюдента.

Проверка гипотез для параметров нормального распределения. Критерий Стьюдента для несвязанных и связанных выборок.

Расстояние Пирсона и хи квадрат критерий при проверке простых и сложных гипотез.

Анализ таблиц сопряженности.

Проверка гипотез о виде закона распределения. Использование критерия хи квадрат и критерия Колмогорова.

Общая схема метода наименьших квадратов (МНК). Геометрическая интерпретация МНК в линейной модели.

Проверка линейных гипотез в МНК.

Линейная регрессия как пример использования МНК. Формулы для оценки параметров, доверительные интервалы, проверка гипотез о параметрах.

Однофакторный дисперсионный анализ, как обобщение задачи Стьюдента о сравнении двух выборок. F отношение Фишера.

Проблема множественных сравнений, метод Бонферони, метод Шеффе а однофакторном дисперсионном анализе.

Проверка простых гипотез. Лемма Неймана Пирсона. Пример - линейный дискриминант Фишера.

Метод последовательного анализа Вальда, для проверки простых гипотез. Преимущества и недостатки последовательной схемы в сравнении с обычным методом.

Метод главных компонент, ортогональная регрессия, гребневая (ridge) регрессия.

Методы классификации данных с учителем. Линейный дискриминант Фишера, SVM, random forest. Методы сравнения классификаторов – ROC кривые и кроссвалидация.

Образец билета для проведения экзамена

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

Кафедра высшей математики МБФ

Билет № ____

для проведения экзамена по дисциплине «Теория вероятности и математическая статистика» по программе специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

1. Пуассоновское распределение. Связь его с биномиальным и нормальным распределениями.

2. Хи-квадрат критерий Пирсона при проверке простых и сложных гипотез.

3. При облучении клеток рентгеновскими лучами зарегистрированы следующие числа хромосомных нарушений:

0 - 280 клеток, 1 - 75 клеток, 2 - 12 клеток, 3 - 1 клетка.

Проверить согласуются ли полученные данные с пуассоновским распределением, и построить доверительный интервал для параметра пуассоновского распределения.

Кафедра высшей математики МБФ

Заведующий кафедрой
Ширяев Олег Борисович
Доктор физико-
математических наук

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Методические указания для подготовки к экзамену

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Проработка теоретического материала учебной дисциплины;

Решение практических задач

Подготовка к текущему контролю

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	Теория вероятностей. Основные понятия. Предельные теоремы. Случайные процессы: [справочник], Прохоров Ю. В., Розанов Ю. А., 2024 - 2025	Математическая статистика.	1	
2	Теория вероятностей. Основные понятия. Предельные теоремы. Случайные процессы: [справочник], Прохоров Ю. В., Розанов Ю. А., 2024 - 2025	Математическая статистика.	1	
3	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, Пугачев В. С., 2024 - 2025	Математическая статистика.	1	
4	Теория вероятностей: [учебник для высших технических учебных заведений], Вентцель Е. С., 2024 - 2025	Теория вероятности.	3	
5	Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика: учебник для студентов вузов, Розанов Ю. А., 2024 - 2025	Теория вероятности.	1	

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

1. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова)
2. <http://www.books-up.ru> (электронная библиотечная система)
3. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru
4. <http://www.elibrary.ru>
5. <http://eor.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов

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. Python (с библиотеками для анализа данных)

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 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», Столы, Экран для проектора, Доска интерактивная, Стулья, Доска маркерная, Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду, Шторы затемненные (для проектора)
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.