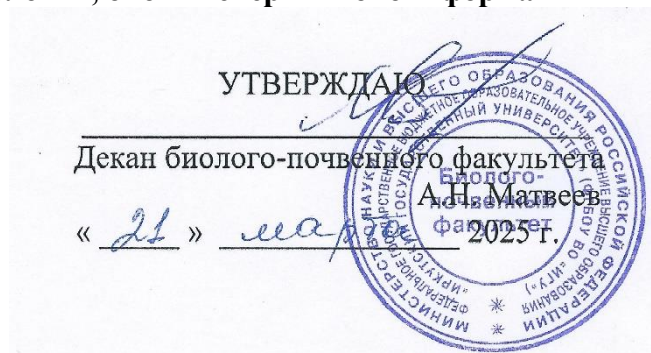




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.О.38 **«МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ»**

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	10
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
а) перечень литературы	12
б) периодические издания.....	12
в) список авторских методических разработок	15
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	14
6.2. Программное обеспечение	14
6.3. Технические и электронные средства обучения	15
VII. Образовательные технологии	15
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	15

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: Изучить основные методы статистического анализа эмпирического материала и оценки его достоверности, а также сформировать умения применять математическую статистику для выявления существующих закономерностей в различных областях биологии.

Задачи:

- сформировать общее представление о содержании, задачах и методах научно-обоснованных оценок результатов измерений в области биологических исследований;
- изучить математическую основу статистических алгоритмов, используемых в биологических исследованиях;
- овладеть основами теории вероятностей, ключевыми разделам математической статистики и методами обработки результатов исследований;
- освоить схемы составления репрезентативных выборок, научиться формулировать и проверять статистические гипотезы;
- сформировать навыки обработки статистических данных и интерпретации полученных результатов.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.О.38 «Математическая обработка результатов исследований» относится к обязательной части учебного плана. Изучается на 3 курсе в шестом семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами специалитета («Математика», «Информатика», «Общая биология», «Математический анализ»).

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Биофизика», «Моделирование биологических процессов», «Большой практикум», «Производственная практика», «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»:

ОПК-2: Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей);

ОПК-3: Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-2: Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики,	<i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики,	Знать: ключевые понятия теории вероятности и математической статистики Уметь: производить статистическую обработку эмпирических результатов Владеть: терминологией дисциплины.

физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей);	физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	
	<i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики	Знать: основные типы математических моделей, используемых в биологии; Уметь: оценивать значимость различия показателей в разных совокупностях, определять величину и направление связи между переменными, характеризующими признаки объектов совокупности Владеть: современными методами математической статистики, используемыми в биологических исследованиях.
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	<i>ИДК ОПК 3.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Знать: критерии выбора наиболее оптимальных для данных исследований статистических методов. Уметь: формулировать и проверять статистические гипотезы. Владеть: пакетами прикладных программ для статистической обработки результатов исследований.
	<i>ИДК ОПК 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.	Знать: классические и современные статистические методы, используемые при нахождении эмпирических закономерностей. Уметь: устанавливать характер и тип распределения объектов с разными параметрами признака, выявлять изменчивость признака. Владеть: методами оценки численных значений характеристик измеряемых величин
	<i>ИДК ОПК 3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	Знать: методы интерпретации результатов расчетов. Уметь: использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач. Владеть: основными методами оценки статистической достоверности результатов исследований

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы (10 часов)

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельн ая работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение. Основные термины и определения.	6	12		2	4		6	Контрольные вопросы тестирование
2	Тема 2. Описательная статистика и вариационные ряды.	6	12		2	4		6	Контрольные вопросы Решение задач
3	Тема 3. Основы теории вероятности. Теоретические распределения	6	14		2	4		8	- « -
4	Тема 4. Сравнение статистических показателей	6	12		2	4		6	- « -
5	Тема 5. Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.	6	16		2	6		8	- « -

6	Тема 6. Сравнение распределений признака. Критерии согласия.	6	14		2	4		8	- « -
7	Тема 7. Многовыборочные методы. Дисперсионный анализ.	6	18		4	6		8	- « -

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Тема 1. Введение. Основные термины и определения.	Подготовка к контрольному опросу и тестированию	1-2	6	Контрольные вопросы тест	1, 2
6	Тема 2. Описательная статистика и вариационные ряды.	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	3-4	6	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
6	Тема 3. Основы теории вероятности. Теоретические распределения	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	5-7	8	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
6	Тема 4. Сравнение статистических показателей	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	8-10	6	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
6	Тема 5. Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	11-13	8	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
6	Тема 6. Сравнение распределений признака. Критерии согласия.	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	14-15	8	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
6	Тема 7. Многовыборочные методы. Дисперсионный анализ.	Подготовка к контрольному опросу Решение задач	16-17	8	Контрольные вопросы Задачи	1, 2
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 50						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 50						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) - 30						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение. Основные термины и определения

Необходимость применения математических методов к изучению биологических явлений. Методологические предпосылки правильного применения статистического метода в биологии. Классы задач и методы их решения в математической статистике. Понятия об однородности материала, точности и многократности измерений, репрезентативности выборки. Соотношение статистического метода с экспериментальным. Биологическая статистика и ее задачи. Deskриптивная и аналитическая статистика. Понятие статистической совокупности. Генеральная совокупность. Выборка. Объем совокупности. Методы рандомизации, как основа обеспечения репрезентативности выборки. Программное обеспечение, применяемое в статистическом анализе: оконно-кнопочные системы и статистические среды.

Тема 2. Описательная статистика и вариационные ряды

Систематизация варьирующих величин – составление вариационного ряда. Определение размаха варьирования. Ранжирование в случае прерывистой (дискретной) изменчивости, разбивка на классы в случае непрерывной изменчивости. Определение оптимального числа классов, расчет величины классового интервала. Систематизация в случае качественной (альтернативной) изменчивости. Полигон распределения, гистограмма распределения. Графическое изображение ряда, как метод анализа распределения.

Основные характеристики вариационного ряда. Характеристика центра распределения. Среднее арифметическое. Определение, значение и математические свойства. Мода и медиана. Характеристики вариации. Среднее квадратичное отклонение (стандартное отклонение). Дисперсия. Вариационный размах. Коэффициент асимметрии. Понятие о степенях свободы. Коэффициент вариации, определение и его значение как меры изменчивости. Особенности определения характеристик в случае разбивки вариационного ряда на классы. Квартили и перцентили. Представление характеристик вариационного ряда в виде гистограммы и box-plot. Планки погрешности, их смысл.

Особенности обработки вариационных рядов в случае малых выборок. Модификации формулы среднего квадратичного отклонения. Правила отбрасывания "выскакивающих" вариант.

Тема 3. Основы теории вероятности. Теоретические распределения

Случайные события. Понятие о вероятности случайного события. Классическое определение вероятности. Эмпирические (опытные, апостериорные) и теоретические (истинные, априорные) вероятности. Прямые и обратные вероятности. Независимые события. Теоремы сложения и умножения вероятностей.

Распределение вариантов в вариационном ряду и закономерности распределения вероятностей. Нормальное распределение. Параметры нормального распределения: математическое ожидание и дисперсия. Нормированное отклонение. Дискретные теоретические распределения. Биноминальное распределение. Параметры биномиального распределения и методы их оценки. Распределение Пуассона. Критерии соответствия вариационных рядов теоретическим распределениям. Критерии Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова.

Оценка параметров генеральной совокупности. Понятие о доверительных вероятностях и уровнях значимости. Доверительные интервалы. Центральная предельная теорема. Стандартная ошибка, её значение для оценки математического ожидания генеральной совокупности. t-распределение.

Тема 4. Сравнение статистических показателей.

Возможность суждения о параметрах генеральной совокупности по характеристикам выборки. Сравнение средних арифметических двух выборок. Понятие о нулевой гипотезе. Параметрические критерии. t-критерий Стьюдента. Особенности сравнения средних арифметических в случае малых или неравновеликих выборок. Методы сравнения других

характеристик вариационных рядов. F-критерий Фишера. Непараметрические критерии: критерий Манна-Уитни (U-критерий). Интерпретации результатов расчетов по критическим значениям критериев и по уровню значимости.

Тема 5. Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.

Функциональная связь и коррелятивная изменчивость (сопряженная вариация). Понятие о двумерных случайных величинах. Измерение степени линейных корреляций. Составление таблиц. Коэффициент линейной корреляции Пирсона - критерий степени связи при двумерном нормальном распределении. Формулы и расчеты. Положительная и отрицательная корреляция. Оценка достоверности значимости корреляции. Непараметрическая корреляция: коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Понятие о регрессии. Эмпирические линии регрессии. Сглаживание эмпирических линий регрессии. Метод скользящей средней. Типы функциональных зависимостей. Уравнение регрессии. Теоретическая линия регрессии. Метод наименьших квадратов. Коэффициент регрессии. Достоверность регрессионной модели и коэффициента регрессии. Сравнение коэффициентов регрессии. Связь между регрессией и корреляцией.

Тема 6. Сравнение распределений признака. Критерии согласия.

Сравнение фактических данных теоретически ожидаемым. Критерии согласия, общий принцип построения критериев согласия, состоятельность критерия согласия. Критерий χ^2 . Хи-квадрат распределение. Особенности метода и его ограничения. Поправка Йейтса. Схема расчета критерия. Четырехпольные и многопольные таблицы сопряженности. Сопоставление эмпирического и теоретического распределений. Критерий χ^2 для проверки гипотезы о независимости эмпирических распределений.

Тема 7. Дисперсионный анализ.

Дисперсионный анализ и её сущность. Общие предпосылки использования дисперсионного анализа. Теоретические основы дисперсионного анализа. Градации факторов и их характер. Схема варьирования при различии по одному фактору. Разное варьирование вариант и его характеристика. Суммы квадратов и их вычисление. Степени свободы. Общая схема дисперсионного анализа при различии по одному фактору. Схема варьирования при различии по двум факторам. Суммы квадратов степени свободы и их вычисление при двух факторах. Общая схема дисперсионного анализа при различии по двум факторам. Интерпретация результатов дисперсионного анализа.

Непараметрические аналоги: критерий Краскела-Уоллеса и PERMANOVA

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Основные термины и определения статистики.	4	4	Контрольные вопросы	ОПК-2 ИДК ОПК 2.1 ОПК-3 ИДК ОПК 3.1
2	Тема 2	Описательная статистика и вариационные ряды.	4	4	Контрольные вопросы Задачи	ОПК-2 ИДК ОПК 2.1 ИДК ОПК 2.3 ОПК-3 ИДК ОПК 3.1 ИДК ОПК 3.2 ИДК ОПК 3.3
3	Тема 3	Теория вероятности. Критерии сравнения	4	4	Контрольные вопросы	- « -

		теоретических и эмпирических распределений			Задачи	
4	Тема 4	Статистические критерии сравнения совокупностей	4	4	Контрольные вопросы Задачи	- « -
5	Тема 5	Корреляционный анализ	6	6	Контрольные вопросы Задачи	- « -
6	Тема 6	Регрессионный анализ	4	4	Контрольные вопросы Задачи	- « -
7	Тема 7	Дисперсионный анализ	6	6	Контрольные вопросы Задачи	- « -

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 1. Введение. Основные термины и определения.	1. КВ 1-10 2. Подготовка к тестированию по теме	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2 <i>ИДК ОПК 2.1</i> ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i>
2.	Тема 2. Описательная статистика и вариационные ряды.	1. КВ 11-20 2. Решение задач разд. 1	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2 <i>ИДК ОПК 2.1</i> <i>ИДК ОПК 2.3</i> ОПК-3 <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i> <i>ИДК ОПК 3.3</i>
3.	Тема 3. Основы теории вероятности. Теоретические распределения	1. КВ 21-30 2. Решение задач разд. 2	ОПК-2 ОПК-3	- « -
4.	Тема 4. Сравнение статистических показателей	1. КВ 31-40 2. Решение задач разд. 3	ОПК-2 ОПК-3	- « -
5.	Тема 5. Измерение связи. Корреляционно-регрессионный анализ.	1. КВ 41-60 2. Решение задач разд. 4	ОПК-2 ОПК-3	- « -
6.	Тема 6. Сравнение распределений признака. Критерии согласия.	1. КВ 61-70 2. Решение задач разд. 5	ОПК-2 ОПК-3	- « -
7.	Тема 7. Многовыборочные методы. Дисперсионный анализ.	1. КВ 71-80 2. Решение задач разд. 6	ОПК-2 ОПК-3	- « -

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студента преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;

- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Математическая обработка результатов исследований» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- Работа над конспектом лекции;
- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- Самостоятельное изучение отдельных вопросов, углубляющих лекционный материал;
- подготовка к контрольному опросу на лабораторных занятиях;
- решение задач и подготовка отчетов;
- подготовка к тестированию по отдельным разделам дисциплины
- подготовка к зачету.

Письменные работы. Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

Содержание и форма отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен включать следующие разделы:

1. Условия задачи.

2. Проверка выборок на соответствие теоретическим распределениям.

3. Обоснование выбора статистических критериев, процедура и результаты их применения по следующей схеме:

- Формулировка нулевой гипотезы
- Промежуточные и итоговые результаты расчетов.
- Интерпретация результатов – принимается или отвергается нулевая гипотеза на принятом уровне значимости.

4. Графический иллюстративный материал – по рисункам должны быть сделаны выводы.

5. Результаты дополнительной обработки выборок, если это требуется по условиям задачи (например, метод скользящей средней)

6. Общий вывод – ответ на вопрос задачи.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

1. Катмаков П.С. Биометрия [Электронный ресурс] : Учебное пособие / П. С. Катмаков, В. П. Гавриленко, А. В. Бушов. - 2-е изд., пер. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 177 с. - ЭБС "Юрайт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-534-10022
2. Лакин Г.Ф. Биометрия [Текст] : учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. - М. : Высш. шк., 1990. - 352 с. - ISBN 5-06-000471-6 (45 экз.)
3. Баврин И.И. Высшая математика: учебник / И.И. Баврин. – М.: Академия, 2010. – 616 с. (ISBN 978-5-7695-6838-1, 55 экз.)
4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] : учеб. пособие для студ.вузов / В.Е. Гмурман. - 6-е изд.,стер. - М. : Высш.школа, 1998. - 479 с. - ISBN 506003464X (30 экз.)

5. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели / В.Д. Мятлев, Л.А. Панченко, Г.Ю. Ризниченко, А.Т. Терехин. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с. (ISBN 978-5-7695-4704-1, 11 экз.)

в) периодические издания

«Математическая биология и биоинформатика», «Биофизика», «Биотехнология», «Известия РАН. Серия биологическая», «Микробиология», «Молекулярная биология», «Прикладная биохимия и микробиология»

г) список авторских методических разработок:

1. Биофизика: учебно-методическое пособие / А. А. Приставка, Г. В. Юринова, З. А. Ефременко, В. Л. Михайленко, В. П. Саловарова ; [под общ. ред. В. П. Саловаровой]. – Иркутск : Издательство ИГУ, 2021. – 1 электронный оптический диск
2. Физико-химические методы в биологии: теоретические и экспериментальные основы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Л. Михайленко [и др.]. - Электрон. текстовые дан., 5,34 Мб. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018 . - эл. опт. диск (CD-ROM) - ISBN 978-5-9624-1622-9

д) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://dmb.biophys.msu.ru> - Информационная система «Динамические модели в биологии», рассчитанная на широкий круг пользователей, включает в себя гипертекстовые документы и реляционные базы данных и обеспечивает унифицированный доступ к разнообразной информации по данной предметной области. Справочный раздел содержит сведения о научных организациях и университетах России, в которых ведутся работы по математическому моделированию в биологии, персональную информацию о российских ученых, работающих в этой области и их трудах, аннотированный список международных и российских журналов, печатающих статьи по моделированию в биологии. Библиотека содержит библиографическую, аннотированную и полнотекстовую информацию по математическому моделированию биологических процессов, в том числе специально подготовленные электронные версии более 20 российских монографий и учебных пособий по математическим моделям в биологии.
2. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.
3. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.
4. <http://www.statsoft.ru/> - портал Statsoft, содержит электронный учебник по статистике, русский перевод электронной помощи к пакету программ Statistica, ссылки на литературу по статистике.
5. <http://zyurvas.narod.ru/glavrus.html> - сайт Жерновского Ю.В., содержит электронную библиотеку и ссылки на Web-ресурсы по теории вероятности и математической статистике.
6. mytwims.narod.ru - курс по теории вероятностей и математической статистике (Московский гос. авиационный институт);
7. teorver-online.narod.ru – учебник Манита А.Д. Теория вероятностей и математическая статистика (МГУ);

8. ЭБС «Издательство Лань». Адрес доступа <http://e.lanbook.com/>
9. ЭБС «Руконт». Адрес доступа <http://rucont.ru/>
10. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа <http://ibooks.ru>
11. ЭБС «Юрайт». Адрес доступа: <http://biblio-online.ru/>

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт., весы аналитические HR-200 – 1 шт., весы лабораторные ОНАУС – 2 шт., рефрактометр ИРФ 454Б2М – 1 шт., рефрактометр УРП – 1 шт., фотоэлектрокалориметр KF 77 – 1шт., центрифуга лабораторная ОПК-8 – 1 шт., центрифуга лабор-я, медицин-я, настольная ЦЛн 16 с микропроцес-ной системой управл – 1 шт., спектрофотометр СФ-2000, ферментер Minifors Spesco бактериальный – 1шт., термостат WB4MS водный /с перемешиванием/ - 1 шт., термостат ТС-1/80 СПУ – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Математические методы в биологии» *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в виде презентации.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована *техническими средствами обучения*: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок tium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; с неограниченным доступом к сети Интернет; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. Ноутбук Lenovo G580 – 1 шт. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: *специализированной мебелью* на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870Т тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

- DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service

Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1B08161103014721370444.
- Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.
- Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.
- Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.
- Past 4 – программный пакет для статистических расчетов (с бесплатным доступом)

6.3. Технические и электронные средства:

- Презентации по всем темам курса;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Математическая обработка результатов исследований» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция* - это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Лабораторные занятия* – занятия, нацеленные на формирование практических навыков с использованием вычислительных средств. Предназначены для углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного анализа эмпирического материала.
- *работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Математические методы в биологии» используется *компьютерные сетевые технологии* (интернет-технологии) – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ (educa.isu.ru).

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Входного контроля оценки уровня знаний студентов для данной дисциплины не предусмотрено.

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «Математическая обработка результатов исследований» используются следующие формы текущего контроля:

- письменная работа по решению самостоятельных заданий (все формулировки заданий для самостоятельного решения с необходимыми сопроводительными материалами выложены на образовательном портале ИГУ в темах курса «Математическая обработка результатов исследований»);

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета (6 семестр), к которому допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу. Студенты, имеющие задолженность, должны выполнить все обязательные виды деятельности.

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации включает:

- тестовые задания для экзамена.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ОПК-2, ОПК-3 (см. п. III).

Тестовое задание включает два варианта по 20 вопросов по всем темам курса. К тесу допускаются студенты, задавшие все домашние заданий и получившие по каждому заданию зачет.

Критерий оценивания тестового задания

1	Задание закрытого типа на установление соответствия	Считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции одного столбца верно соотнесены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
2	Задание закрытого типа на установление последовательности	Считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указана цифра (буква) правильного ответа и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из четырех предложенных и обоснованием выбора	Считается верным, если правильно указаны цифры (буквы) правильного ответа и приведены корректные аргументы,	Полное совпадение с верным ответом – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов

		используемые при выборе ответа	
5	Задание открытого типа с развернутым ответом	Считается верным, если ответ совпадает с эталонным ответом по содержанию и полноте	Полное соответствие эталонному ответу – 1 балл Все остальные случаи – 0 баллов

Система получения баллов за тестирование

Оценка	критерий
отлично	18 и более баллов
хорошо	16 – 17 баллов
удовлетворительно	15 – 13 баллов
неудовлетворительно	12 баллов и менее

Оценочные материалы для промежуточной аттестации (экзамена)

Тестирование (Вариант 1).

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тестовые задания для промежуточной аттестации
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	ИДК ОПК 2.1 Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных с аргументацией выбора Вопрос 1. Что означает термин «генеральная совокупность» в биостатистике? А) Совокупность всех возможных выборок В) Полное множество объектов, по которому делают выводы С) Совокупность измеренных признаков у одной группы животных D) Набор случайных чисел для анализа Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: генеральная совокупность — это множество всех объектов, о которых хотят сделать статистические выводы.
	ИДК ОПК 2.3 Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики	
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования	ИДК ОПК 3.1 Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики,	

макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.	химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Вопрос 4. Какое событие называется независимым? А) То, которое не зависит от времени В) То, вероятность которого равна 0 С) Событие, вероятность которого не зависит от другого D) Событие, которое всегда происходит Ответ _____ Правильный ответ: С Аргументация: независимость означает, что вероятность одного события не изменяется при наступлении другого. Вопрос 5. Какой закон распределения часто используется для описания случайных биологических признаков? А) Равномерное распределение В) Нормальное распределение С) Геометрическое распределение D) Гипергеометрическое распределение Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: многие признаки в биологии (рост, масса, длина) распределяются по нормальному закону. Вопрос 6. В каком случае применимо биномиальное распределение? А) Для измерений длины и массы В) Для подсчета числа успехов в серии испытаний С) Для оценки непрерывных признаков D) Для построения регрессии Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: биномиальное распределение описывает число «успехов» в фиксированном числе испытаний. Вопрос 7. Как формулируется нулевая гипотеза при t-критерии Стьюдента? А) Средние в двух выборках равны В) Дисперсии равны С) Выборки независимы D) Признаки коррелируют Ответ _____ Правильный ответ: А Аргументация: t-критерий проверяет, равны ли средние значения в двух группах.
	<i>ИДК опк 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.	
	<i>ИДК опк 3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	

Вопрос 8.

Что учитывает F-критерий Фишера?

- A) Разницу в медианах
- B) Разницу в дисперсиях
- C) Независимость распределений
- D) Корреляцию признаков

Ответ _____

Правильный ответ: B

Аргументация: F-критерий используется для сравнения дисперсий двух выборок.

Вопрос 9.

Коэффициент корреляции Пирсона измеряет:

- A) Нелинейную зависимость между признаками
- B) Линейную зависимость между признаками
- C) Независимость признаков
- D) Разницу в дисперсиях

Ответ _____

Правильный ответ: B

Аргументация: корреляция Пирсона оценивает силу и направление линейной связи.

Вопрос 10.

Что является целью метода наименьших квадратов?

- A) Минимизировать стандартное отклонение
- B) Найти медиану
- C) Найти параметры линии регрессии
- D) Сравнить выборки

Ответ _____

Правильный ответ: C

Аргументация: метод наименьших квадратов подбирает уравнение регрессии, минимизируя сумму квадратов отклонений.

Вопрос 11.

Для чего применяется χ^2 -критерий?

- A) Для проверки нормальности распределения
- B) Для проверки согласия наблюдаемых и ожидаемых частот
- C) Для сравнения средних
- D) Для измерения корреляции

Ответ _____

Правильный ответ: B

Аргументация: χ^2 применяется для проверки соответствия распределений и независимости признаков.

Вопрос 12.

Какая гипотеза проверяется в дисперсионном анализе (ANOVA)?

- A) Все выборки взяты из разных распределений
- B) Все генеральные средние равны
- C) Дисперсии равны
- D) Данные имеют нормальное распределение

Ответ _____

Правильный ответ: B

Аргументация: нулевая гипотеза ANOVA — равенство всех средних.

Вопрос 13.

Когда используют критерий Краскела–Уоллеса?

- A) При сравнении дисперсий
- B) При проверке нормальности
- C) При сравнении нескольких выборок, не подчиняющихся нормальному распределению
- D) При анализе корреляций

Ответ _____

Правильный ответ: C

Аргументация: Краскела–Уоллеса применяют как непараметрический аналог ANOVA для ненормальных данных.

Задание закрытого типа на установление соответствия

Вопрос 14.

Соотнесите статистические показатели с их определением:

- a) Медиана
- b) Мода
- c) Стандартное отклонение
- d) Квартили

Ответ _____

Правильный ответ:

- a — 2 (Значение, делящее упорядоченный ряд пополам)
- b — 1 (Наиболее часто встречающееся значение признака)
- c — 3 (Среднее отклонение значений от среднего арифметического)
- d — 4 (Значения, делящие вариационный ряд на четыре равные части)

Вопрос 15.

		Соотнесите статистические критерии с их характеристикой: a) Критерий Шапиро–Уилка b) Критерий χ^2 (хи-квадрат) c) t-критерий Стьюдента d) Критерий Манна–Уитни Ответ _____ Правильный ответ: a — 1 (Проверка нормальности распределения) b — 2 (Проверка согласия распределений и независимости признаков) c — 3 (Сравнение средних двух выборок при нормальном распределении) d — 4 (Сравнение медиан двух выборок при ненормальном распределении) Задание закрытого типа на установление последовательности Вопрос 16. Расположите шаги в правильной последовательности при проверке гипотезы с использованием критерия χ^2 (хи-квадрат). Шаги: A. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы. B. Рассчитать ожидаемые частоты. C. Вычислить статистику χ^2 по формуле. D. Определить число степеней свободы. E. Сравнить полученное значение χ^2 с критическим и сделать вывод. Правильный ответ: A – B – C – D – E Вопрос 17. Расположите шаги в правильной последовательности при проведении корреляционного анализа (Пирсон). Шаги: A. Подготовить выборочные данные двух переменных. B. Проверить данные на нормальность распределения. C. Вычислить коэффициент корреляции r. D. Оценить статистическую значимость r. E. Сделать вывод о наличии и силе связи.
--	--	---

		Правильный ответ: A – B – C – D – E Задание открытого типа с развернутым ответом Вопрос 18. Что такое нормальное распределение и почему оно играет ключевую роль в биологической статистике? Укажите пример биологического признака, который обычно подчиняется нормальному распределению. Правильный ответ: Нормальное распределение — это симметричное колоколообразное распределение вероятностей, характеризующееся математическим ожиданием (средним) и дисперсией. Оно играет ключевую роль, потому что многие биологические признаки (рост, масса, длина органов) формируются под влиянием множества независимых факторов, и по центральной предельной теореме их распределение стремится к нормальному. Пример: распределение роста людей в популяции обычно близко к нормальному — большинство людей имеют рост около среднего, а крайние значения встречаются редко. Вопрос 19. Что показывает коэффициент корреляции Пирсона? Как интерпретировать значения, близкие к +1, 0 и –1? Приведите пример биологического исследования, где уместно использование корреляции. Правильный ответ: Коэффициент корреляции Пирсона измеряет силу и направление линейной связи между двумя количественными признаками. Значение +1 указывает на сильную положительную линейную связь (чем больше одно значение, тем больше другое), –1 — на сильную отрицательную, а 0 — на отсутствие линейной связи. Пример: при исследовании роста и массы животных может оказаться, что коэффициент корреляции равен +0,8, что свидетельствует о сильной положительной связи: более высокие животные, как правило, имеют большую массу. Вопрос 20. Что проверяет χ^2-критерий согласия и в каких ситуациях его используют в биологии? Правильный ответ: χ^2-критерий согласия применяется для проверки соответствия наблюдаемых частот теоретически ожидаемым или для анализа независимости признаков в таблицах сопряженности. Он позволяет судить, случайно ли распределены данные или есть статистически значимые отклонения от модели. Пример: при скрещивании растений гороха исследователь ожидает соотношение 3:1 по фенотипам, но фактические данные отличаются. С помощью χ^2-критерия можно проверить, действительно ли отклонение объясняется случайностью, или нужно искать другие биологические причины (например, летальность некоторых генотипов).
--	--	--

Тестирование (Вариант 2).

Индекс и содержание формируемой компетенции	Индикаторы компетенций	Тестовые задания для промежуточной аттестации
ОПК-2 Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных с аргументацией выбора Вопрос 1. Что означает термин «выборка» в биостатистике? А) Совокупность всех возможных биологических признаков В) Подмножество объектов, отобранных из генеральной совокупности С) Все значения признака, полученные в результате эксперимента D) Множество теоретических распределений Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: выборка — это часть генеральной совокупности, используемая для анализа и вывода о всей популяции. Вопрос 2. Какая характеристика отражает разброс значений в выборке? А) Среднее арифметическое В) Дисперсия С) Мода D) Медиана Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: дисперсия характеризует степень рассеяния значений относительно среднего. Вопрос 3. Что показывает медиана? А) Наиболее часто встречающееся значение В) Среднее арифметическое всех наблюдений С) Значение, которое делит выборку на две равные части D) Величину стандартного отклонения Ответ _____ Правильный ответ: С
	<i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики	
ОПК-3 Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования	<i>ИДК ОПК 3.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики,	

макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.	химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	Аргументация: медиана делит упорядоченный ряд данных пополам, отражая «центральное» значение распределения. Вопрос 4. Какова вероятность невозможного события? А) 0 В) 0,5 С) 1 D) Зависит от условий опыта Ответ _____ Правильный ответ: А Аргументация: вероятность невозможного события всегда равна нулю. Вопрос 5. Какое распределение используется для описания редких событий? А) Биномиальное распределение В) Нормальное распределение С) Распределение Пуассона D) Равномерное распределение Ответ _____ Правильный ответ: С Аргументация: распределение Пуассона описывает вероятность редких событий при большом числе испытаний. Вопрос 6. Какие параметры определяют биномиальное распределение? А) Среднее и дисперсия В) Число испытаний и вероятность успеха С) Дисперсия и стандартное отклонение D) Минимум и максимум признака Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: биномиальное распределение описывается числом испытаний (n) и вероятностью успеха (p). Вопрос 7. В каких случаях применяется парный t-критерий Стьюдента? А) При сравнении средних двух независимых выборок В) При сравнении средних зависимых выборок (до и после воздействия) С) Для оценки дисперсий D) Для проверки нормальности распределения Ответ _____ Правильный ответ: В
	<i>ИДК опк 3.2</i> Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.	
	<i>ИДК опк 3.3</i> Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.	

		Аргументация: парный t-критерий используют, когда данные связаны (например, измерения у одних и тех же животных до и после лечения). Вопрос 8. Что означает «уровень значимости» (α) в статистических тестах? А) Вероятность принятия нулевой гипотезы В) Вероятность ошибки I рода (отклонение верной H_0) С) Вероятность ошибки II рода (неотклонение ложной H_0) D) Вероятность равенства средних Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: уровень значимости α — это вероятность ошибочного отклонения верной нулевой гипотезы. Вопрос 9. Что означает коэффициент корреляции, равный $-0,9$? А) Сильная положительная линейная связь В) Слабая отрицательная связь С) Сильная отрицательная линейная связь D) Отсутствие связи Ответ _____ Правильный ответ: С Аргументация: коэффициент близок к -1, что указывает на сильную отрицательную зависимость. Вопрос 10. Что показывает коэффициент регрессии в уравнении линейной зависимости? А) Среднее значение признака В) Силу и направление изменения зависимой переменной при изменении независимой С) Разброс данных относительно линии D) Вероятность ошибки в модели Ответ _____ Правильный ответ: В Аргументация: коэффициент регрессии отражает, насколько изменяется зависимая переменная при изменении независимой на единицу. Вопрос 11. Что проверяет χ^2-критерий независимости? А) Равенство средних В) Наличие связи между двумя категориальными признаками С) Соответствие выборки нормальному распределению D) Различие в дисперсиях Ответ _____
--	--	---

		Правильный ответ: В Аргументация: χ^2-тест независимости выявляет, существует ли статистическая связь между двумя категориальными признаками. Вопрос 12. Какая величина используется при расчете F-статистики в ANOVA? А) Отношение межгрупповой дисперсии к внутригрупповой В) Разность средних значений С) Квадрат коэффициента корреляции Д) Сумма квадратов отклонений Ответ _____ Правильный ответ: А Аргументация: F рассчитывается как отношение межгрупповой дисперсии к внутригрупповой, что позволяет оценить различия между группами. Вопрос 13. Что проверяет критерий Манна–Уитни? А) Различие медиан двух выборок В) Различие дисперсий С) Согласие наблюдаемых частот с ожидаемыми Д) Независимость категориальных признаков Ответ _____ Правильный ответ: А Аргументация: критерий Манна–Уитни — непараметрический аналог t-теста для независимых выборок, проверяющий различие медиан. Задание закрытого типа на установление соответствия Вопрос 14. Соотнесите показатели с их интерпретацией: а) Размах б) Стандартное отклонение с) Квартили д) Мода Ответ _____ Правильный ответ: а — 1 (Разница между максимальным и минимальным значением) б — 2 (Среднее отклонение значений от среднего)
--	--	---

		c — 3 (Значения, делящие распределение на четыре части) d — 4 (Наиболее часто встречающееся значение) Вопрос 15. Соотнесите методы анализа данных с их назначением: a) Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) b) Линейная регрессия c) Критерий Краскела–Уоллеса d) Корреляционный анализ Ответ _____ Правильный ответ: a — 1 (Сравнение средних более чем двух выборок) b — 2 (Моделирование зависимости переменной от предиктора) c — 3 (Непараметрическое сравнение нескольких выборок) d — 4 (Измерение силы связи между признаками) Задание закрытого типа на установление последовательности Вопрос 16. Расположите шаги в правильной последовательности при расчёте доверительного интервала для среднего значения признака. Шаги: А. Вычислить среднее арифметическое выборки. В. Найти стандартную ошибку среднего. С. Определить уровень доверия (например, 95%). D. Найти критическое значение t или Z для выбранного уровня доверия. Е. Рассчитать границы доверительного интервала. Правильный ответ: А – В – С – D – Е Вопрос 17. Расположите шаги в правильной последовательности при проверке нормальности распределения данных. Шаги: А. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы (H₀: данные распределены нормально). В. Выбрать статистический тест (например, Шапиро–Уилка или Колмогорова–Смирнова). С. Провести вычисления тестовой статистики и р-значения.
--	--	--

		D. Сравнить р-значение с уровнем значимости (обычно 0,05). E. Сделать вывод о принятии или отклонении гипотезы Н₀. Правильный ответ: A – B – C – D – E Задание открытого типа с развернутым ответом Вопрос 18. Объясните, как строится коэффициент корреляции Пирсона и для чего он используется. Приведите пример биологического исследования, где его применение помогает выявить линейную связь между признаками. Правильный ответ: Коэффициент корреляции Пирсона измеряет силу и направление линейной зависимости между двумя количественными признаками. Он принимает значения от –1 до +1: +1 — сильная положительная корреляция, –1 — сильная отрицательная, 0 — отсутствует линейная связь. Пример: изучают связь между массой тела и длиной крыла у птиц. Расчёт коэффициента корреляции позволяет определить, насколько увеличение массы связано с увеличением длины крыла. Высокая положительная корреляция показывает, что более крупные особи имеют длинные крылья, что может быть важно для анализа адаптивных признаков. Вопрос 19. Объясните, что такое непараметрический критерий Краскела–Уоллеса. В каких случаях его используют вместо ANOVA, и приведите биологический пример. Правильный ответ: Краскела–Уоллеса — непараметрический аналог однофакторного ANOVA. Используется для сравнения нескольких выборок, если данные не подчиняются нормальному распределению или содержат выбросы. Основан на ранжировании значений и проверке, различаются ли группы систематически. Пример: сравнивают количество насекомых в трёх типах леса, данные сильно скошены и содержат выбросы. Краскела–Уоллеса позволяет оценить, есть ли статистически значимые различия между лесами без предположений о нормальности распределения. Вопрос 20. Объясните, что такое доверительный интервал для коэффициента регрессии. Почему его важно учитывать при интерпретации биологических данных? Правильный ответ: Доверительный интервал для коэффициента регрессии показывает диапазон значений, в котором с заданной вероятностью (например, 95%) находится истинный коэффициент. Он учитывает стандартную ошибку оценки. Учет доверительного интервала важен, потому что малые выборки или большая изменчивость могут привести к ненадёжной оценке силы влияния x на y.
--	--	---

		Пример: при оценке влияния температуры воды на скорость роста водорослей коэффициент регрессии $\beta=0,25$, 95% ДИ [0,05; 0,45]. Без учета ДИ можно было бы ошибочно считать влияние точным, хотя нижняя граница почти равна нулю.
--	--	--

Разработчик:

Букин доцент Букин Ю.С.
(подпись)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».
Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова Саловарова

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.