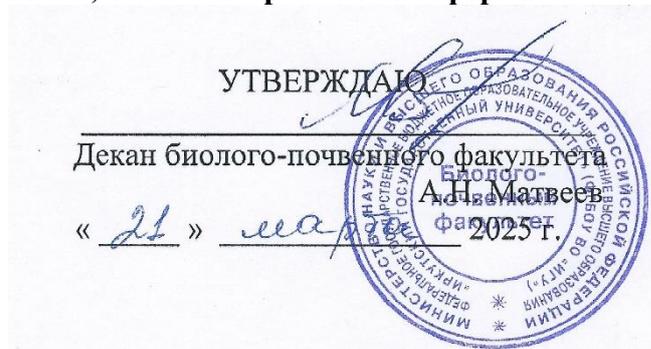




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**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»

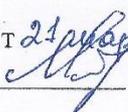
Направленность (профиль): «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

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

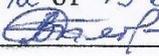
Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета

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.

<p>физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей);</p>	<p>физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований</p> <p><i>ИДК ОПК 2.3</i>          Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики</p>	<p>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.</p>
<p>ОПК-3          Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований</p>	<p><i>ИДК ОПК 3.1</i>          Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований</p>	<p>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.</p>
	<p><i>ИДК ОПК 3.2</i>          Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.</p>	<p>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</p>
	<p><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.</p>	<p>Знать: методы интерпретации результатов расчетов.          Уметь: использовать полученные знания и навыки для решения профессиональных задач.          Владеть: основными методами оценки статистической достоверности результатов исследований</p>

#### 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			Самостоятельная 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						
<b>Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 50</b>						
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 вариант в вариационном ряду и закономерности распределения вероятностей. Нормальное распределение. Параметры нормального распределения: математическое ожидание и дисперсия. Нормированное отклонение. Дискретные теоретические распределения. Биномиальное 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  $\chi^2$ . Хи-квадрат распределение. Особенности метода и его ограничения. Поправка Йейтса. Схема расчета критерия. Четырехпольные и многопольные таблицы сопряженности. Сопоставление эмпирического и теоретического распределений. Критерий  $\chi^2$  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	<b>Тема 1</b>	Основные термины и определения статистики.	4	4	Контрольные вопросы	<b>ОПК-2</b> <i>ИДК ОПК 2.1</i> <b>ОПК-3</b> <i>ИДК ОПК 3.1</i>
2	<b>Тема 2</b>	Описательная статистика и вариационные ряды.	4	4	Контрольные вопросы Задачи	<b>ОПК-2</b> <i>ИДК ОПК 2.1</i> <i>ИДК ОПК 2.3</i> <b>ОПК-3</b> <i>ИДК ОПК 3.1</i> <i>ИДК ОПК 3.2</i> <i>ИДК ОПК 3.3</i>
3	<b>Тема 3</b>	Теория вероятности. Критерии сравнения	4	4	Контрольные вопросы	- « -

		теоретических и эмпирических распределений			Задачи	
4	<b>Тема 4</b>	Статистические критерии сравнения совокупностей	<b>4</b>	<b>4</b>	Контрольные вопросы Задачи	- « -
5	<b>Тема 5</b>	Корреляционный анализ	<b>6</b>	<b>6</b>	Контрольные вопросы Задачи	- « -
6	<b>Тема 6</b>	Регрессионный анализ	<b>4</b>	<b>4</b>	Контрольные вопросы Задачи	- « -
7	<b>Тема 7</b>	Дисперсионный анализ	<b>6</b>	<b>6</b>	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	<b>ОПК-2</b> <i>ИДК опк 2.1</i> <b>ОПК-3</b> <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	<b>ОПК-2</b> <i>ИДК опк 2.1</i> <i>ИДК опк 2.3</i> <b>ОПК-3</b> <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 отображены 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](http://mytwims.narod.ru) - курс по теории вероятностей и математической статистике (Московский гос. авиационный институт);
7. [teorver-online.narod.ru](http://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 «Рукопт». 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 блок Athlon 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 КЕС. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.
- 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](http://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 тесту допускаются студенты, задавшие все домашние задания 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).**

<b>Индекс и содержание формируемой компетенции</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Тестовые задания для промежуточной аттестации</b>
<p><i>ОПК-2</i> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p><i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований</p> <p><i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики</p>	<p><b>Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных с аргументацией выбора</b></p> <p><b>Вопрос 1.</b> 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.</p> <p><b>Вопрос 2.</b> Какая характеристика отражает центр распределения?                      А) Размах                      В) Среднее арифметическое                      С) Дисперсия                      D) Коэффициент вариации                      Ответ _____                      Правильный ответ: В                      Аргументация: среднее арифметическое описывает «центр тяжести» данных.</p>
<p><i>ОПК-3</i> Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования</p>	<p><i>ИДК ОПК 3.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики,</p>	<p><b>Вопрос 3.</b> Что показывает коэффициент вариации?                      А) Абсолютное значение изменчивости                      В) Долю мажоритарного значения в выборке                      С) Относительную меру изменчивости                      D) Среднее значение признака                      Ответ _____                      Правильный ответ: С                      Аргументация: коэффициент вариации — это стандартное отклонение, выраженное в процентах от среднего.</p>

макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.	химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований	<p><b>Вопрос 4.</b>          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.</p> <p><b>Вопрос 5.</b>          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.</p> <p><b>Вопрос 6.</b>          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.</p> <p><b>Вопрос 7.</b>          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.</p>
	<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  $\chi^2$ -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:  $\chi^2$  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  $\chi^2$  (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  $\chi^2$  (хи-квадрат).

Шаги:

- A. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы.
- B. Рассчитать ожидаемые частоты.
- C. Вычислить статистику  $\chi^2$  по формуле.
- D. Определить число степеней свободы.
- E. Сравнить полученное значение  $\chi^2$  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  $\chi^2$ -критерий согласия и в каких ситуациях его используют в биологии?

Правильный ответ:

$\chi^2$ -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  $\chi^2$ -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
<p><i>ОПК-2</i> Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p><i>ИДК ОПК 2.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики, химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований</p> <p><i>ИДК ОПК 2.3</i> Владеет методами химии, физики и математического моделирования для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики</p>	<p><b>Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных с аргументацией выбора</b></p> <p><b>Вопрос 1.</b> 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.</p> <p><b>Вопрос 2.</b> 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.</p>
<p><i>ОПК-3</i> Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования</p>	<p><i>ИДК ОПК 3.1</i> Демонстрирует специализированные знания в области фундаментальных разделов математики, физики,</p>	<p><b>Вопрос 3.</b> 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</p>

макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований.	<p>химии, биологии и перспективы междисциплинарных исследований</p> <p><i>ИДК опк 3.2</i></p> <p>Демонстрирует практические навыки математических методов обработки результатов экспериментальных исследований.</p>	<p>Аргументация: медиана делит упорядоченный ряд данных пополам, отражая «центральное» значение распределения.</p> <p><b>Вопрос 4.</b> 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.</p>
	<p><i>ИДК опк 3.3</i></p> <p>Владеет опытом применения методов для исследования макромолекул, обработки результатов биологических исследований, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Вопрос 5.</b> 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.</p> <p><b>Вопрос 6.</b> 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).</p> <p><b>Вопрос 7.</b> 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</p>

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» ( $\alpha$ ) в статистических тестах?

- A) Вероятность принятия нулевой гипотезы
- B) Вероятность ошибки I рода (отклонение верной  $H_0$ )
- C) Вероятность ошибки II рода (неотклонение ложной  $H_0$ )
- D) Вероятность равенства средних

Ответ \_\_\_\_\_

Правильный ответ: B

Аргументация: уровень значимости  $\alpha$  — это вероятность ошибочного отклонения верной нулевой гипотезы.

**Вопрос 9.**

Что означает коэффициент корреляции, равный  $-0,9$ ?

- A) Сильная положительная линейная связь
- B) Слабая отрицательная связь
- C) Сильная отрицательная линейная связь
- D) Отсутствие связи

Ответ \_\_\_\_\_

Правильный ответ: C

Аргументация: коэффициент близок к  $-1$ , что указывает на сильную отрицательную зависимость.

**Вопрос 10.**

Что показывает коэффициент регрессии в уравнении линейной зависимости?

- A) Среднее значение признака
- B) Силу и направление изменения зависимой переменной при изменении независимой
- C) Разброс данных относительно линии
- D) Вероятность ошибки в модели

Ответ \_\_\_\_\_

Правильный ответ: B

Аргументация: коэффициент регрессии отражает, насколько изменяется зависимая переменная при изменении независимой на единицу.

**Вопрос 11.**

Что проверяет  $\chi^2$ -критерий независимости?

- A) Равенство средних
- B) Наличие связи между двумя категориальными признаками
- C) Соответствие выборки нормальному распределению
- D) Различие в дисперсиях

Ответ \_\_\_\_\_

Правильный ответ: В

Аргументация:  $\chi^2$ -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:

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

Ответ \_\_\_\_\_

Правильный ответ:

a — 1 (Разница между максимальным и минимальным значением)

b — 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:

- A. Вычислить среднее арифметическое выборки.
- B. Найти стандартную ошибку среднего.
- C. Определить уровень доверия (например, 95%).
- D. Найти критическое значение  $t$  или  $Z$  для выбранного уровня доверия.
- E. Рассчитать границы доверительного интервала.

Правильный ответ: A – B – C – D – E

**Вопрос 17.**

Расположите шаги в правильной последовательности при проверке нормальности распределения данных.

Шаги:

- A. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы ( $H_0$ : данные распределены нормально).
- B. Выбрать статистический тест (например, Шапиро–Уилка или Колмогорова–Смирнова).
- C. Провести вычисления тестовой статистики и  $p$ -значения.

D. Сравнить р-значение с уровнем значимости (обычно 0,05).  
E. Сделать вывод о принятии или отклонении гипотезы Н<sub>0</sub>.

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 Ю.С. 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 В.П. Саловарова

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