

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталья Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(МГОУ)

Биолого-химический факультет

Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано управлением организации и  
контроля качества образовательной  
деятельности

«22» июня 2021 г.

Начальник управления

  
/ Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. № 5

Председатель



/ О.А. Шестакова /

**Рабочая программа дисциплины**

**Математические методы в биологии и медицине**

**Направление подготовки**

06.03.01 Биология

**Профиль:**

Биомедицинские технологии

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
биолого-химического факультета

Протокол от «17» июня 2021 г. № 7

Председатель УМКом

  
/ И. Ю. Лялина /

Рекомендовано кафедрой общей биологии и  
биоэкологии

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой



/ М.И. Гордеев /

Мытищи  
2021

Авторы-составители:

Гордеев М.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей биологии и биоэкологии МГОУ

Власов С.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии МГОУ

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в биологии и медицине» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 920 от 07.08.2020.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной (модулем).

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	27
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	28

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Целью освоения дисциплины** «Математические методы в биологии и медицине»: формирование у студентов компетенций в области математического анализа биологических и медицинских данных.

**Задачи дисциплины:**

- сформировать основные представления о принципах и методах применения математических методов в биологии и медицине;
- дать представление о планировании полевых исследований и постановки экспериментов;
- сформировать знания о методах проверки гипотез;
- развитие у студентов умений и навыков применения математической статистики в решении научных и практических вопросов в области биологии и медицины.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-4 Способен участвовать в разработке планов и протоколов биологических (доклинических, токсикологических и пр.) исследований

СПК 1 Способен участвовать в работах (проектах) на биотехнологических производствах и в области медицинской и природоохранной биотехнологии

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа дисциплины «Математические методы в биологии и медицине» разработана для подготовки бакалавров по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль: «Биомедицинские технологии».

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной (модулем). Предусматривает формирование в процессе обучения у студента профессиональных знаний и компетенций в рамках биомедицинского направления подготовки.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин базовой части цикла. Полученные в процессе обучения знания могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при написании квалификационной работы.

## 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа	42,2
Лекции	14
Лабораторные занятия	28
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2

Зачет с оценкой	0,2
Самостоятельная работа	58
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 4 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Лекции	Семинарск., практич, лабораторн.	Самостоятельная работа
1.	4.	5.	6.
<p><b>Тема 1. Введение.</b>            Принципы и основные понятия используемые при математических оценках в биологии и медицине. Этапы исследований. Признаки и их свойства. Отличительные свойства биологических признаков. Классификация признаков. Группировка первичных данных. Формы учета результатов наблюдений. Точность измерений.</p>	2	4	4
<p><b>Тема 2. Статистическое описание выборки.</b> Генеральная совокупность и выборка. Вариационный ряд. Показатели центральной тенденции: средняя арифметическая, мода, медиана и их свойства. Показатели изменчивости: дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации. Ошибка репрезентативности выборочных параметров. Доверительный интервал. Асимметрия и эксцесс.</p>	2	4	8
<p><b>Тема 3. Статистическое оценивание.</b>            Случайные события: совместные и несовместные. Вероятность события, ее свойства. Закон больших чисел. Основные типы распределений признаков: биномиальное распределение, распределение Пуассона, альтернативное распределение, равномерное распределение. Нормальное распределение и его свойства. Показатели асимметрии и эксцесса. Применение показателей асимметрии и эксцесса для проверки гипотезы нормального распределения. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения. Распределения, связанные с нормальным.</p>	2	4	8
<p><b>Тема 4. Проверка статистических гипотез.</b>            Статистические гипотезы и их проверка. Понятие о нулевой и альтернативной гипотезе. Нормированное отклонение и оценка принадлежности варианы к выборке. Сравнение выборок по величине признака, изменчивости и характеру распределения. Параметрические (критерии t-Стьюдента, Фишера, <math>\chi^2</math>Пирсона и критерий <math>\lambda</math> Колмогорова-Смирнова). Непараметрические критерии (критерий U Уилкоксона – Манна – Уитни, критерий T Уайта, критерий Q Розенбаума).</p>	2	4	8

<p><b>Тема 5. Оценка влияние факторов: основы дисперсионного анализа.</b> Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Способы разложения выборочных дисперсий комплекса на составляющие. Анализ однофакторных, двухфакторных, многофакторных и иерархических комплексов. Оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов на результирующий признак. Дисперсионный анализ случайных выборок из двух или большего числа совокупностей. Непараметрические методы анализа связи между количественными и качественными признаками.</p>	2	4	10
<p><b>Тема 6. Зависимости между признаками: основы корреляционного и регрессионного анализов.</b> Основные понятия и задачи корреляционного анализа. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции. Частная и множественная корреляция. Коэффициент детерминации. Нелинейная корреляция, корреляционное отношение и критерий линейности. Непараметрические показатели связи: коэффициент корреляции рангов; коэффициент ассоциации, коэффициент взаимной сопряженности, коэффициент корреляции знаков. Основные понятия и задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Способы составления уравнения линейной регрессии по эмпирическим данным: метод средних уравнений и метод наименьших квадратов. Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Аппроксимация зависимостей с помощью нелинейной регрессии. Основные виды уравнений нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей. Оценка достоверности показателей регрессии.</p>	2	4	10
<p><b>Тема 7. Классификация объектов и многомерный статистический анализ.</b> Цели применения многомерных методов в анализе данных. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Основные понятия и задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений. Основы и применение факторного анализа.</p>	2	4	10
Итого:	14	28	58

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчётности
<b>Введение</b>	Причины варьирования результатов наблюдений. Переменные случайные величины: условия образования, типы и формы обозначений. Формы учета результатов наблюдений.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.

	Точность измерений. Действия над приближенными числами. Способы группировки первичных данных. Виды группировок: статистические таблицы и статистические ряды.				
<b>Статистическое описание выборки</b>	Понятие о генеральной совокупности и выборке. Определение понятия вариационный ряд, условия его образования и свойства. Свойства дисперсии. Способы вычисления степенных средних и показателей вариации. Структурные средние: медиана, мода и способы их вычисления. Точечные оценки: статистическая ошибка и показатель точности оценок.	8	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
<b>Статистическое оценивание</b>	Основные типы распределений. Применение показателей асимметрии и эксцесса для проверки гипотезы нормального распределения. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения.	8	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
<b>Проверка статистических гипотез</b>	Статистические гипотезы и их проверка. Понятие о нулевой и альтернативной гипотезе. Параметрические критерии: условия применения, преимущества и недостатки. Критерии достоверности отличий выборочных данных. Степени свободы. Непараметрические критерии. Условия их применения. Сравнительная эффективность.	8	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
<b>Оценка влияния факторов: основы дисперсионного анализа</b>	Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Сущность и требования к методу. Условия образования и виды дисперсионных	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на

	комплексов. Непараметрические критерии в дисперсионном анализе (критерий Краскела-Уоллеса, критерий Фридмана). Их суть и условия применения.				практическом занятии Реферат.
<b>Зависимости между признаками: основы корреляционного анализа</b>	Задачи корреляционного анализа. Вычисление парного коэффициента корреляции Пирсона и проверка его значимости. Непараметрические критерии (коэффициент ранговой корреляции Спирмэна, коэффициент Кендалла). Задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Контрольные задания. Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
<b>Классификация объектов и многомерный статистический анализ</b>	Применения многомерных методов в анализе биологических данных. Метод главных компонент, анализ канонических корреляций.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература	Доклад с презентацией на практическом занятии Реферат.
		58			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
<b>ДПК-4</b> Способен участвовать в разработке планов и протоколов биологических (доклинических, токсикологических и пр.) исследований	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа.
<b>СПК-1</b> Способен участвовать в работах (проектах) на биотехнологических производствах и в области медицинской и природоохранной биотехнологии	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, практические занятия); 2. Самостоятельная работа.

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-4	Пороговый	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	<b>знать:</b> - основные понятия и методы математической статистики; - общие закономерности группировки данных; - различные методы статистического анализа первичных данных. <b>уметь:</b> - решать задачи по биологической статистике; -самостоятельно анализировать статистические закономерности при решении биологических задач; - соблюдать правила эксплуатации лабораторного оборудования.	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией.	41-60 баллов Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации
	Продвинутый	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	<b>уметь:</b> - использовать методы математической статистики при обработке результатов исследования - определять объем выборки для проведения опытов; - систематизировать и анализировать полученные данные. <b>владеть:</b> - методами математической статистики при обработке результатов исследования - навыками планирования, проведения, анализа и	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией.	61-100 баллов Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации

			интерпретации результатов научного эксперимента		
СПК-1	Пороговые	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	<b>знать:</b> - основные понятия и методы математической статистики; - основные положения вариационного статистического анализа для последующего практического использования <b>уметь:</b> - проводить подготовку и реализации исследовательских работ (проектов); - планировать и выполнять полевые и лабораторные научно-исследовательские работы.	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией.	41-60 баллов Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации
	Продвинутый	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	<b>уметь:</b> - планировать и выполнять полевые и лабораторные научно-исследовательские работы; - оценивать проведенные испытания (исследования) на соответствие требованиям и установленным процедурам. <b>владеть:</b> - методами и инструментами управления, в том числе реализации и управления проектами	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопросы, доклада Выполнение практических работ. Тестовый контроль. Доклад с презентацией.	61-100 баллов Шкала оценивания опроса и собеседования Шкала оценивания тестирования Шкала оценивания доклада Шкала оценивания презентации

### 5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные темы лабораторных занятий:

### **Тема 1: Статистические совокупности и статистические комплексы.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Этапы биометрических исследований. Виды изменчивости. Определение статистической совокупности и статистического комплекса. Признаки и их свойства. Отличительные свойства биологических признаков. Классификация признаков.

Ход работы:

1. Требования к отчетности, инструктаж по технике безопасности.
2. Объяснение нового материала.
3. Работа со структурными схемами проведения биологического эксперимента и построения модели эксперимента.
4. Оформление полученных результатов в тетради.
5. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 2: Выборочные оценки.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Генеральная совокупность и выборка. Различия между генеральной и выборочной совокупностями. Репрезентативность, рендоминизация, количественные, качественные и альтернативные признаки, дискретная изменчивость, округление, ранжирование. Группировка первичных данных. Вариационный ряд. Техника построения вариационного ряда.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с раздаточным материалом.
3. Ранжирование данных измерений биологических признаков.
4. Построение вариационного ряда метрических признаков.
5. Изобразить вариационный ряд значений в виде диаграммы, полигона распределения, кумуляты, огивы.
6. Оформление полученных результатов в тетради.
7. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 3: Вычисление показателей вариационного ряда.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Основные показатели вариационного ряда, их свойства. Показатели центральной тенденции: средняя арифметическая, мода, медиана и их свойства. Показатели вариации: лимиты, среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение и способы их вычисления для больших и малых выборок.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с полученными на предыдущем занятии данными вариационного ряда.
3. Вычисление основных показателей вариационного ряда.
4. Оформление полученных результатов в тетради.
5. Решение задач.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 4: Способы вычисления точечных оценок.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Типы статических ошибок. Ошибка репрезентативности выборочных параметров. Доверительный интервал. Основные формулы для расчетов ошибки средней арифметической и показателя точности оценки. Расчет ошибок дисперсии, стандартного отклонения, коэффициента вариации, медианы и моды, показателей асимметрии и эксцесса.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.

2. Работа полученными на предыдущем занятии данными вариационного ряда.
3. Для данных, полученных при измерении признаков на натуральных объектах, вычислить: линейное отклонение; дисперсию; среднее квадратическое отклонение; ошибку средней; коэффициент вариации. Проверить достоверность полученной средней, оценить точность опыта. Рассчитать оптимальный объем выборки для вычисления среднего значения с точностью 1%.
4. Оформление полученных результатов в тетради.
5. Решение задач.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 5: Законы распределения.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Случайные величины. Вероятность события, ее свойства. Основные типы распределений признаков: биномиальное распределение, распределение Пуассона, альтернативное распределение, равномерное распределение. Основные свойства биномиального распределения и распределения Пуассона.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Построение графиков распределений.
4. Решение задач.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 6: Нормальное распределение и его свойства.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Нормальное распределение и его свойства. Показатели асимметрии и эксцесса. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения. Распределения, связанные с нормальным. Проверка нормальности распределения биологических признаков по показателям асимметрии, эксцесса и критерия хи-квадрат.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Построение графика распределения.
4. Проверка нормальности распределения биологических признаков по показателям асимметрии, эксцесса и критерия хи-квадрат.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 7: Статистические гипотезы.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Понятие о нулевой и альтернативной гипотезе. Формулирование нулевой гипотезы. Параметрические и непараметрические критерии оценки. Нормированное отклонение и оценка принадлежности варианты к выборке.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Формулирование нулевой гипотезы.
4. Для исследуемых качественных и количественных признаков установить степень отклонения от нормы отдельных вариантов.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 8: Сравнение выборок.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Сравнение выборок по величине признака, изменчивости и характеру распределения. Параметрические (критерии t-Стьюдента, Фишера,  $\chi^2$ Пирсона и критерий  $\lambda$  Колмогорова-Смирнова). Основные способы их вычисления. Непараметрические критерии: критерий Ван-дер-Вардена, критерий Манна-Уитни, критерий знаков, критерий Уилкоксона; основные способы вычислений.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Для предложенных примеров произвести расчет критериев: достоверности; Фишера; хи-квадрат; и оценить их величину.
4. Для предложенных примеров произвести расчет непараметрических критериев в программе Past4.05.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 9: Однофакторный дисперсионный анализ.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Статистические гипотезы, проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Факториальная, случайная и общая дисперсии. Составление и решение однофакторных дисперсионных комплексов, оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов. Реализация однофакторного дисперсионного анализа в статистических программах.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Провести однофакторный дисперсионный анализ для предложенных вариантов.
4. Оформление полученных результатов в тетради.
5. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 10: Двухфакторный дисперсионный анализ.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Составление и решение двухфакторных дисперсионных комплексов, оценка силы влияния регулируемых и нерегулируемых факторов. Реализация многофакторного одномерного дисперсионного анализа в статистических программах.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Провести двухфакторный дисперсионный анализ для предложенных вариантов в программе Past4.05.
4. Оформление полученных результатов в тетради.
5. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 11: Корреляционный анализ.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Задачи корреляционного анализа. Параметрические показатели связи: коэффициент корреляции. Способы вычисления линейного коэффициента корреляции. Способы вычисления коэффициента корреляции качественных признаков. Частная и множественная корреляция. Коэффициент детерминации. Нелинейная корреляция, корреляционное отношение и критерий линейности. Непараметрические показатели связи: коэффициент корреляции рангов; коэффициент ассоциации, коэффициент взаимной сопряженности, коэффициент корреляции знаков.

Реализация корреляционного анализа в статистических программах.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.

2. Работа с таблицами данных.
3. Расчёт коэффициентов корреляции для биологических признаков (длина листа и высота растения, длина и ширина листа, высота и вес растения). Оценить степень связи между признаками.
4. Проверка результатов ручного расчета в онлайн калькуляторе.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 12: Регрессионный анализ.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Составление уравнения линейной регрессии методом средних уравнений и методом наименьших квадратов. Нахождение коэффициентов регрессии. Оценка значимости коэффициентов регрессии. Доверительный интервал Множественная линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Основные виды уравнений нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей. Оценка достоверности показателей регрессии.

Реализация линейного регрессионного анализа в статистических программах. Решение задач.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Расчёт коэффициентов регрессии для биологических признаков (длина листа и высота растения, длина и ширина листа, высота и вес растения). Оценить степень связи между признаками.
4. Проверка результатов ручного расчета в онлайн калькуляторе.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 13: Анализ факторов в многомерном статистическом анализе.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Цели применения многомерных методов в анализе данных. Задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений. Факторный анализ. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Использование факторного анализа в экологических и медицинских исследованиях. Реализация факторного анализа в статистических программах.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Проведение кластерного анализа и построение дендрограммы.
4. Проведение анализа главных компонент в программе Past4.05.
5. Оформление полученных результатов в тетради.
6. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Тема 14: Анализ зависимостей в многомерном статистическом анализе.**

*Перечень вопросов, выносимых на занятие:* Распознавание образов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Использование дискриминантного анализа для решения прикладных задач систематики и генетики. Реализация дискриминантного анализа в статистических программах.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала.
2. Работа с таблицами данных.
3. Проведение дискриминантного анализа в программе Past4.05.
4. Оформление полученных результатов в тетради.

5. Закрепление материала – проведение беседы по изученной теме.

### **Вопросы для опроса и собеседования**

1. Что такое статистические и динамические совокупности?
2. Каковы достоинства и недостатки выборочного метода исследования?
3. Что такое статистические комплексы?
4. Что такое вариационный ряд, варианта?
5. Что такое совокупность?
6. Какие требования предъявляются к выборке?
7. Что такое репрезентативность выборки?
8. По какой формуле можно определить необходимый объем выборочной совокупности?
9. Перечислите основные статистические показатели.
10. Что такое средняя арифметическая?
11. Что такое средняя квадратическая?
12. Что такое средняя геометрическая?
13. Что такое средняя гармоническая?
14. Что такое мода и медиана?
15. Что такое стандартное отклонение?
16. Что такое дисперсия?
17. Что такое коэффициент вариации?
18. Какие параметры характеризуют нормальное, биномиальное и пуассоново распределения?
19. Что такое правило 3-х сигм ( $3\sigma$ )?
20. Каковы причины асимметричных распределений?
21. Какие типы распределений, характерные для биологических объектов?.
22. Что такое средняя ошибка?
23. В чем заключается ошибка выборочности?
24. Что такое уровень значимости?
25. Что такое нулевая гипотеза?
26. Ошибки I и II рода.
27. Как оцениваются статистические параметры  $x$ ,  $\sigma$ ,  $v$ ?
28. Когда надо пользоваться t-распределением Стьюдента?
29. Параметрические критерии проверки гипотез.
30. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез.
31. К каким критериям относятся критерий Ван-дер-Вардена, T-критерий Уайта, критерий знаков, W-критерий Вилкоксона?
32. Зачем нужно измерять соответствие фактических данных ожидаемым?
33. Для чего используют критерий  $\chi^2$  хи-квадрат К. Пирсона?
34. Каковы закономерности распределения хи-квадрат?
35. В каких целях применяют дисперсионный анализ?
36. Напишите на бумаге схемы варьирования при одном факторе, при двух и при иерархической схеме.
37. Как установить достоверность влияния изучаемого фактора?
38. Определите понятие "корреляция".
39. Перечислите типы корреляций, приведите примеры.
40. Что такое коэффициент детерминации?
41. Как рассчитать коэффициент корреляции ( $r$ ) для малых и больших выборок?
42. Каким образом можно определить существенность коэффициента корреляции?
43. Как оценить достоверность  $r$ , достоверность разницы между двумя  $r$ .
44. Может ли  $r$  быть равным 0? Когда  $1 \leq r \leq 1$ ? Почему?
45. Определить понятие "регрессия".
46. Какие бывают формы регрессии?

47. Почему коэффициент регрессии надо называть выборочным?

### Примеры контрольных заданий.

1. Вес цыплят белых леггорнов (в г) за 2 месяца был следующим: 1-я неделя – 62,7; 2-я – 121,4; 3-я – 193,0; 4-я – 380,0; 5-я – 481,0; 6-я – 504,0; 7-я – 719,0; 8-я – 759,0. Определите, на сколько увеличился вес по неделям, и после этого вычислите средний привес по формуле средней геометрической.

2. Были установлены следующие показатели высоты в холке (в см):

	$\bar{x}$	$\sigma$
Для телят	60	3
Для молодых коров	100	5

Отличаются ли они по степени изменчивости?

3. В горизонтальных слоях было найдено на каждом квадратном метре поверхности следующее количество экземпляров ископаемого млекопитающего *Litolestesnotissimus*:

Количество экземпляров на квадрат	0	1	2	3	4	5	6
Количество квадратов	16	9	3	1	1	0	0

Определите среднее,  $\sigma$  и  $\sigma^2$ . К какому типу относится данное распределение?

4. При обследовании 150 взрослых мужчин средний рост был равен 167 см, а  $\sigma = 6$  см. В каких пределах находится средняя арифметическая генеральной совокупности с вероятностью 0,99? С вероятностью 0,95?

5. Предполагается произвести выборочным методом определение среднего веса зерен партии пшеницы. Сколько зерен должна содержать выборочная совокупность, чтобы с вероятностью 0,95 отклонение полученного в выборке среднего веса зерен от среднего веса зерен во всей партии не превышало 0,001 г? В предыдущих обследованиях  $\sigma = 0,05$  г.

6. Кролик имеет вес 2,0 кг, длину ушей 21 см, а средние показатели для популяции в целом равны соответственно 3,5 кг и 25 см при сигмах 1,0 и 3,7. Каков измеренный нами кролик по отношению к популяции в целом?

7. Рассчитайте доверительный интервал для средней каждого ряда.

Высота растений нивяника обыкновенного (см):

1) На вершине холма:

34,0; 35,5; 26,0; 29,5; 30,0; 19,5; 33,0; 32,5; 32,0; 18,0; 46,0; 37,5; 23,5; 29,0; 26,5

2) Внизу холма:

43,0; 50,5; 59,5; 51,0; 49,0; 50,5; 39,5; 61,5; 48,0; 51,0; 46,0; 49,5; 47,0; 56,5; 57,5

8. Определите методом хи-квадрат, достоверна ли разница в соотношении полосатых и гладких форм между двумя популяциями улитки *Cepaeanemoralis*:

Местность	Количество улиток		Всего
	Полосатых	Гладких	

Эмеренвиль	32	2	34
Орсэ	120	13	133
Всего	152	15	167

9. Имеются данные о распределении 80 самок серебристо-черных лисиц по количеству щенков в помете:

Классы	Частоты
1	1
2	4
3	10
4	39
5	13
6	7
7	3
8	2
9	1
	$n=80$

Проверьте соответствие вариационного ряда теоретическому, предполагая биномиальное распределение.

10. Изучали продолжительность развития эмбрионов (в днях) кроликов разных пород:

Породы	Продолжительность развития отдельных крольчат									
	Альбиносы	30	36	31	30	34	32	34	32	33
	35	32	31	33	33	35	31	33	32	33
Шиншилла	31	32	30	34	32	31	30	31	30	31
	30	32	31	32	30	31	33	32	32	33
Голландские	30	29	30	31	30	30	30	31	31	31
	30	31	29	32	31	31	30	31	31	31
Польские	30	31	29	30	29	30	29	31	29	30
	30	30	31	30	30	30	31	30	31	30

Влияет ли породность на продолжительность развития эмбрионов кроликов?

11. Исследовали рачков на различных участках озера Байкал. Изучали количество и длину тела ветвистоусы рачков *Leptodorakindti*. Результаты исследования приведены в таблице. Проведите двухфакторный дисперсионный анализ данных по содержанию нематод.

Эко-трофические группы	Средние размеры тела (мм)				
	1,7	2,3	3	4,5	5,6
Южный Байкал	6	10	15	20	8
Средний Байкал	8	9	6	5	7
Баргузинский залив	40	69	78	83	18
Чивыркуйский залив	56	45	19	55	6

12. Изучено количество водных насекомых в разные сезоны года в пробах из двух речек Северной Каролины (США):

Месяцы и годы	Отдельные пробы	
	речка 1-я	речка 2-я

Декабрь 1952	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Март 1953	29	114	24	37	49	64	35	22	18	45	29	27
Июнь 1953	124	63	83	51	81	106	20	26	38	44	127	52
Сентябрь 1953	72	100	67	87	68	9	40	263	189	45	100	115

Примените дисперсионный анализ для установления влияния на количество насекомых сезона года (фактор А) и места сбора насекомых (фактор В).

13. Исследовали влияние гемолитического яда-фенилгидразина – на концентрацию ретикулоцитов (молодых клеток крови) в крови крыс. В опыте использовали три группы крыс: 1 – интактные животные (без каких-либо вмешательств), 2 – введение фенилгидразина, 3 – введение фенилгидразина и 0,9% NaCl. Получили следующие результаты. Провести статистическую обработку экспериментальных данных с помощью дисперсионного анализа, критерия Стьюдента с поправкой Бонферонни критерий Ньюмена-Кейлса.

№ Крысы	Группы		
	Инт-ные	Фенилгидразин	Фенилгидразин + 0,9% NaCl
1	20,0	109,1	158,1
2	30,1	115,1	152,3
3	23,4	114,7	157,1
4	27,8	116,2	159,6
5	20,1	103,6	154,7
6	23,4	114,8	157,2
7	23,3	110,0	151,0
8	22,8	109,0	160,2
9	18,2	112,0	149,1
10	21,0	115,1	156,8

14. Длины первого молярного  $x$  и второго молярного  $y$  зубов у ископаемого млекопитающего *Phenacodus primaevus* оказались следующими (в мм):

$x$	10,7	10,8	10,6	10,7	10,1	11,2	11,4	12,1	12,3	12,0	12,3	12,7	12,9
$y$	11,2	10,9	10,5	10,5	9,6	11,2	11,3	12,2	12,1	11,7	11,0	13,2	13,0
$x$	12,8	13,1	13,3	13,3	13,4	12,7	12,5	12,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,8
$y$	12,2	13,4	12,6	12,2	12,0	11,2	11,4	11,3	13,6	13,2	12,7	12,9	12,3

Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при  $P = 0,05$ .

15. Между живым и убойным весом свиней на материала 533 голов был получен  $r = 0,986$ . Каковы доверительные границы этого коэффициента корреляции при вероятности 0,95?

16. Используя коэффициент ранговой корреляции Спирмена определите существование, силу и направление связи между признаками.

Исследовали активность ЛДГ (Ед/л) в артериальной и венозной крови, взятой из сосудов пуповины новорожденных.

Получены следующие результаты

Артериальная кровь	Венозная кровь
342	919
731	784
633	700
596	692
564	630
572	698
528	655
661	631
369	892
591	639
615	657
637	679
661	704
773	793
625	753
742	800
373	895
568	577

Оцените достоверность коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

17. В 36 анализах крови определяли:  $x$  – число эритроцитов (в миллионах),  $y$  – содержание гемоглобина (в %) и  $z$  – оседание крови за 24 часа (в мм):

$x$	0,80	0,71	2,63	3,19	2,80	3,14	3,21	3,28	3,63	3,30	4,10	3,29
$y$	22	45	61	66	72	83	73	82	78	82	81	82
$z$	8	18	24	26	28	29	30	30	30	30	32	32
$x$	3,46	3,32	3,11	3,28	3,66	3,90	4,33	3,80	3,82	3,81	4,20	4,47
$y$	77	80	82	79	84	75	82	79	87	87	87	90
$z$	32	33	33	34	34	34	34	35	36	37	37	38
$x$	3,71	4,22	3,90	4,36	1,30	2,50	2,80	3,10	2,87	3,68	3,59	3,40
$y$	97	96	92	94	27	50	63	71	70	72	76	71
$z$	40	40	40	44	12	20	26	28	29	30	30	30

Определите коэффициент корреляции  $r_{xy}$ ,  $r_{xz}$  и  $r_{yz}$  и коэффициенты частной корреляции  $r_{xz \cdot y}$ ,  $r_{xy \cdot z}$ ,  $r_{yz \cdot x}$ .

18. Рассчитать значения частного ( $r_{xy}$ ) и множественного ( $r_{x \cdot yz}$ ) коэффициентов корреляции между признаками  $x$  - длина соцветия,  $y$  - длина листа и  $z$  - высота растения, а также ошибки рассчитанных коэффициентов. Сделать выводы о достоверности полученных коэффициентов, объяснить смысл полученных коэффициентов. Значения парных коэффициентов корреляции следующие:  $r_{xy}=0,34$ ;  $r_{yz}=0,61$ ;  $r_{xz}=0,83$ . Объем выборки равен 100. Стандартное значение коэффициента Стьюдента при числе степеней свободы 97 и уровне значимости 1% равно 1,98.

19. Вычислите коэффициент регрессии по следующему ряду данных (в мм) о длине

хвоста (x) и общей длине тела (y) у самок королевской змеи *Lampropeltis polyzona*:

x	37	49	50	51	53	54	68	86	93	106
y	284	375	353	366	418	408	510	627	683	820
x	130	137	142	142	146	149.	155	156	187	
y	1056	986	1086	1086	1078	1122	1254	1202	1387	

Составьте уравнение регрессии и определите достоверность b.

20. Определяли количество белка в рационе, необходимое для поддержания нулевого азотистого баланса. Связь суточного потребления азота и азотистого баланса определяли при калорийности суточного рациона в 37 и 33 ккал/кг. Найдите уравнения линейной регрессии для обеих групп. Является ли различие между данными уравнениями регрессии статистически значимыми?

Калорийность суточного рациона			
37 ккал/кг		33 ккал/кг	
Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг	Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг
49	-30	32	-32
47	-22	32	-20
50	-29	32	-17
76	-22	51	-10
77	-15	53	-20
99	-10	51	-18
98	-11	52	-21
103	-10	74	4
118	-1	72	-16
105	-4	74	-14
100	-13	98	6
98	-14	97	-7

21. Следующее уравнение выражает зависимость между количеством отелов коров x и удоем за лактацию y (в кг) в пределах первых 7 отелов:  $y = 1800 + 70x$ . рассчитайте теоретические удои коров после отелов, начиная с первого и кончая седьмым, и изобразите эту закономерность на графике.

22. По данным, приведенным в таблице, вычислить коэффициенты в уравнении регрессии  $y/x$ . Связь между переменными предполагается линейной ( $y=a+bx$ ). Построить график теоретической и эмпирической линий регрессии. Проверить с помощью критерия  $\chi^2$  совпадение теоретической и эмпирической линии регрессии. Стандартное значение критерия при числе степеней свободы, равном 7, и уровнях значимости 1 и 5% равны 18,475 и 14,067 соответственно.

X	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
y	4	5	1	5	3	1		
15	4	5						
25	1	3	1					
35	2	3	6	5	3	1		

45		5	9	19	8	7	2	1
55		1	2	7	16	9	4	2
65			1	5	6	4	2	2
75							1	3

### Примерные темы докладов и презентаций

1. Роль статистического анализа в биологических исследованиях.
2. Основные показатели вариационного ряда и техника его построения.
3. Причины отклонения статистических характеристик биологических объектов от закона нормального распределения.
4. Непараметрические критерии и их использование в биометрическом анализе.
5. Реализация однофакторного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).
6. Реализация многофакторного одномерного дисперсионного анализа в статистических программах (ANOVA).
7. Реализация корреляционного анализа в статистических программах.
8. Реализация непараметрических методов корреляционного анализа в статистических программах.
9. Реализация линейного регрессионного анализа в статистических программах.
10. Реализация нелинейного регрессионного анализа в статистических программах.
11. Реализация факторного анализа в статистических программах.
12. Реализация дискриминантного анализа в статистических программах.

### Примерная тематика рефератов

1. Специфика биометрии, ее место в системе биологических наук.
2. Значение биометрии в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов биологического профиля.
3. Причины варьирования результатов наблюдений.
4. Основные понятия биометрии, группировка первичных данных.
5. Обзор свободного программного обеспечения для статистического анализа. Возможности различных пакетов.
6. Использование многомерного факторного анализа в экологических исследованиях.
7. Использование дискриминантного анализа для решения прикладных задач систематики и генетики.
8. Статистические методы в фаунистическом анализе.
9. Статистические методы в биогеографическом анализе.

### Контрольные вопросы к зачету

1. Понятие события. Достоверные, невозможные, совместные, несовместные, противоположные события.
2. Случайная величина. Дискретная и непрерывная случайные величины. Закон распределения дискретной случайной величины.
3. Математическое ожидание дискретной случайной величины. Отклонение случайной величины. Дисперсия дискретной случайной величины. Среднее квадратичное отклонение случайной величины.
4. Генеральная совокупность и выборка. Репрезентативность выборки.
5. Статистический анализ случайной выборки. Оценка ошибок выборки. Оценка необходимого объема выборки.

6. Вариационные ряды. Классовый интервал. Техника построения вариационных рядов.
7. Сравнение выборочных параметров. Нулевая гипотеза. Уровень существенности. Степени свободы. Параметрические и непараметрические критерии различия.
8. Теоретические и эмпирические распределения. Биноминальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение.
9. Ассиметрия и эксцесс. Кривые Пирсона. Сравнение эмпирических и теоретических распределений.
10. Проверка нормальности распределения признака с помощью показателей асимметрии и эксцесса.
11. Сравнение выборок с помощью параметрических критериев.
12. Непараметрические критерии и их использование при проверки статистических гипотез.
13. Изучение влияния факторов. Дисперсионный анализ. Однофакторный дисперсионный анализ.
14. Двухфакторный дисперсионный анализ.
15. Реализация дисперсионного анализа в прикладных статистических программах.
16. Корреляция между признаками. Коэффициент корреляции. Оценка достоверности коэффициента корреляции.
17. Нелинейная корреляция. Оценка нелинейности связи.
18. Корреляционное отношение. Способ его вычисления. Оценка достоверности корреляционного отношения.
19. Непараметрические методы оценки корреляции.
20. Множественная корреляция. Биноминальный коэффициент корреляции.
21. Понятие регрессии. Уравнение линейной регрессии.
22. Коэффициент регрессии. Свободный член уравнения регрессии. Оценка достоверности коэффициента.
23. Нелинейная регрессия. Методы интерполяции.
24. Линейный и нелинейный множественный регрессионный анализ.
25. Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа.
26. Кластерный анализ.
27. Канонический анализ.
28. Использование дискриминантного анализа при исследовании структуры биологических объектов.

#### **5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе контактной работы и самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов направлена на расширение и углубление знаний по изучаемой дисциплине, а также закрепление навыков практического применения теоретических знаний. Самостоятельная работа студентов предполагает работу с дополнительными источниками информации, в том числе Интернет-среды.

Контактная работа предусматривает посещение лекционных и лабораторно-практических занятий. Студенты, пропустившие лекционные занятия, пишут содержательно-тематический отчет-конспект (в форме логико-терминологической схемы, отражающей содержание темы) о самостоятельном освоении содержания тем пропущенных занятий. Студенты, пропустившие лабораторно-практические занятия, в обязательном порядке отрабатывают пропущенные темы в часы, установленные преподавателем. В процессе лабораторно-практических занятий проводится тестовый контроль, обсуждение проблемных вопросов, докладов, рефератов. Для проведения текущего, самостоятельного и

промежуточного контроля разработаны тестовые задания, вопросы для самостоятельной подготовки, вопросы итоговой оценки знаний.

*Текущий контроль* освоения компетенций студентом оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым. При этом учитывается посещаемость студентом лекций, лабораторных занятий, ведение конспектов, активность студента на аудиторных занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ (тестов, проблемных вопросов), участие студентов в научной работе (написание рефератов, докладов и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах.

### Шкалы оценивания

#### Шкала оценивания опроса

Показатель	Балл
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины.	2
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины.	1
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию; положения ответа не аргументированы; проблемы с употреблением терминологии дисциплины.	0

Максимальное количество баллов – 28 (по 2 балла за каждый опрос).

#### Шкала оценивания доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	5
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	2
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, студент допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

#### Шкала оценивания презентации

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Сделаны обоснованные выводы. Широко использованы возможности технологии программы, в которой выполнена презентация.	5

Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении.	2
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии программы использованы лишь частично.	1

Максимальное количество баллов за доклад с презентацией – 10 баллов.

### Шкала оценивания реферата

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Реферат	Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	9-10
	Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	6-8
	Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	3-5
	Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.	0-2

Максимальное количество баллов – 10.

### Шкала оценивания тестирования и выполнения контрольного задания

Для оценки используются следующие критерии:

- 0-20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (0-1-баллов);
- 30-50% - «удовлетворительно» (2 балл);
- 60-80% - «хорошо» (3 балла);

80-100% – «отлично» (4 балла).

Максимальное количество баллов – 12.

*Итоговая оценка знаний* студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент в течение семестра за различные виды работ – 60 баллов. Максимальная сумма баллов, которые студент может получить на зачете с оценкой – 40 баллов.

Максимальная сумма баллов за устные ответы на практических занятиях – 28 (14 ответов по 2 балла за каждый опрос), за выступление с докладом, с презентацией – 10 баллов, за выполнение теста или контрольного задания – 12 баллов, за выполнение реферата – 10 баллов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой. Зачет проводится по вопросам. Максимальное число баллов, которые выставляются студенту по итогам экзамена, равняется 40 баллам. На экзамене студенты должны давать развернутые ответы на теоретические вопросы, проявляя умение делать самостоятельные обобщения и выводы, приводя достаточное количество примеров.

*Оценивание ответа на зачете с оценкой*

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	40
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	30
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	15
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0

Максимальное количество баллов – 40

**Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине**

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в «зачтено» / «не зачтено» (итоговая форма контроля – зачет с оценкой), по следующей схеме:

зачтено	81–100 баллов	«отлично»
	61–80 баллов	«хорошо»
	41–60 баллов	«удовлетворительно»
не зачтено	21- 40 баллов	«неудовлетворительно»

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная литература:

1. Васильев, А. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. А. Васильев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 232 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09115-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472781>
2. Гашев, С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе statistica: учеб.пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. - М. : Юрайт, 2019. - 208с. – Текст: непосредственный
3. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470481>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 207 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472320>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476288>
3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов / Г. Ю. Ризниченко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 181 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07037-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470480>

### 6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

#### Рекомендуемое свободное программное обеспечение:

1. Статистическая среда R [www.r-project.org](http://www.r-project.org)
2. <http://ecology.msu.montana.edu/labdsv/R/> - лабораторные работы по статистике в R для студентов экологического факультета университета в Монтане.
3. Статистическая программа Past <http://folk.uio.no/ohammer/past/> (Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.)

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС МГОУ)

1. <http://www.ebiblioteka.ru> – «ИВИС». Ресурсы EastViewPublication;

2. <http://znanium.com> – Znanium.com;
  3. <http://www.biblioclub.ru> – Университетская библиотека он-лайн;
  4. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) – ЭБС «Консультант студента»
  5. <http://www.bibliorossica.com> – ЭБС «БиблиоРоссика»
- Электронно-образовательные ресурсы (ЭОР)**
6. [www.vosmgou.ru](http://www.vosmgou.ru) – Виртуальная образовательная среда МГОУ
  7. <http://www.edu-it.ru> – портал «ИТ-образование в России»;
  8. <http://www.ict.edu.ru> – система федеральных образовательных порталов «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»;
  9. <http://www.mon.gov.ru> – федеральный портал «Министерство образования и науки России».
  10. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
  11. <http://mo.mosreg.ru> Сайт Министерства образования Московской Области
  12. <http://www.obrnadzor.gov.ru> – Сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки.
  13. <http://www.gks.ru> – Сайт Федеральной службы государственной статистики.
  14. <http://www.development.edu.ru> – Специализированный портал «Реализация федеральных и региональных программ развития образования».
  15. <http://www.bologna.ntf.ru> – Сайт «Болонский процесс в России».
  16. <http://www.gnpbu.ru/> – «Научная педагогическая библиотека имени К.Д. Ушинского Российской академии образования»;
  17. Библиотека «Флора и фауна» <http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm>
  18. Журнал «Наука и жизнь» <http://www.nkj.ru>
  19. Проблемы эволюции <http://macroevolution.narod.ru/index.html>
  20. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>
  21. Biodiversity Heritage Library [www.biodiversitylibrary.org/Default.aspx](http://www.biodiversitylibrary.org/Default.aspx)
  22. Biological Journal of the Linnean Society <http://mc.manuscriptcentral.com/bjls>
  23. Botanicus Digital Library <http://www.botanicus.org/browse/titles>
  24. International Plant Names Index <http://ipni.org/>
  25. Linnean herbarium <http://linnaeus.nrm.se/botany/fbo/welcome.html.en>
  26. <http://charles-darwin.narod.ru/origin-content.html>
  27. <http://evolbiol.ru/>
  28. <http://sbio.info/list.php?c=newsevolut>
  29. <http://www.newscientist.com/topic/evolution>

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Методические рекомендации по подготовке и проведению практических и лабораторных работ для направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биомедицинские технологии», квалификация (степень) выпускника бакалавр [Текст]. — М., 2021.
2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, предусмотренных в рамках направления подготовки 06.03.01 – Биология, профиль «Биомедицинские технологии», квалификация (степень) выпускника бакалавр [Текст]. — М., 2021.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Лицензионное программное обеспечение:  
Microsoft Windows

Microsoft Office  
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:  
Система ГАРАНТ  
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных fgosvo.ru  
pravo.gov.ru  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.