

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Направление и направленность (профиль)  
05.03.06 Экология и природопользование. Экологическая безопасность

Год набора на ОПОП  
2021

Форма обучения  
очная

Владивосток 2024

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Статистическая обработка экологических данных» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (утв. приказом Минобрнауки России от 07.08.2020г. №894) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

*Макарова В.Н., кандидат технических наук, доцент, Кафедра экологии, биологии и географии, Vera.Makarova@vvsu.ru*

Утверждена на заседании кафедры экологии, биологии и географии от 17.04.2024 , протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Иваненко Н.В.

<b>ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ</b>	
Сертификат	1576081941
Номер транзакции	0000000000CE7F5C
Владелец	Иваненко Н.В.

## 1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплина «Статистическая обработка экологических данных» является изучение основных методов математической статистики, используемых в экологических исследованиях, связанных с изучением природных и антропогенных экосистем и их отдельных компонентов.

Задачи освоения дисциплины:- освоение элементарных методов обработки экологических данных (дескриптивная статистика, диаграмма рассеивания, гистограмма, установление закона распределения, выявление статистических взаимосвязей между переменными);- изучение методов дисперсионного анализа (параметрического, непараметрического, номинального), корреляционно-регрессионного анализа (линейные и нелинейные модели), анализа выживаемости, а также ознакомление с основными идеями многомерных методов (дискриминантный, факторный, канонический, кластерный анализы и анализ главных компонент); методов отбора первичных данных и их анализа, интерпретации полученных результатов.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
05.03.06 «Экология и природопользование» (Б-ЭП)	ОПК-3 : Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.4к : Обработывает и систематизирует результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния (компонентов) окружающей среды с использованием статистических методов	РД1	Знание	методов обработки результатов полевых и лабораторных наблюдений и замеров; статистических методов анализа
			РД1	Навык	владения методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации
			РД1	Умение	анализировать данные полевых и лабораторных экспериментов

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая обработка экологических данных» относится к Обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана

## 3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форма аттес-тации	
					Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
				лек.		прак.	лаб.	ПА	КСР			
05.03.06 Экология и природопользование	ОФО	Б1.Б	3	3	37	0	36	0	1	0	71	3

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код ре-зультата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии	РД1	0	8	0	20	разбор практических задач, проведение собеседования, тестирование
2	Приемы первичной статистической обработки данных.	РД1	0	8	0	15	разбор практических задач, проведение собеседования, тестирование
3	Законы распределения биологических и экологических переменных	РД1, РД1	0	8	0	24	разбор практических задач, проведение собеседования, тестирование
4	Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности. Моделирование эксперимента.	РД1, РД1	0	12	0	12	разбор практических задач, проведение собеседования, тестирование
<b>Итого по таблице</b>			<b>0</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>71</b>	

##### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

*Тема 1 Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии.*

Содержание темы: Роль статистических методов в биологии и экологии. Программное обеспечение анализа данных. Несколько слов о терминологии. Характер биологических и экологических данных. Выборочный метод исследования.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практики, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Чтение предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы и интернет-ресурсов при подготовке к практическим занятиям с использованием компьютерных программ, а также при подготовке к зачету.

*Тема 2 Приемы первичной статистической обработки данных.*

Содержание темы: Статистические ряды. Графический анализ. Статистические

характеристики выборочной совокупности, или как сжато описать данные.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практики, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Чтение предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы и интернет-ресурсов при подготовке к практическим занятиям с использованием компьютерных программ, а также при подготовке к зачету.

### *Тема 3 Законы распределения биологических и экологических переменных.*

Содержание темы: Вероятность события. Закон распределения. Нормальное распределение. Понятие асимметрии и эксцесса распределения. Моделирование эксперимента.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, практики, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Чтение предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы и интернет-ресурсов при подготовке к практическим занятиям с использованием компьютерных программ, а также при подготовке к зачету.

### *Тема 4 Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности. Моделирование эксперимента.*

Содержание темы: Стандартная ошибка среднего значения. Доверительный интервал для среднего значения. Проверка статистических гипотез. Достоверность выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности. Классификация критериев достоверности. Проверка нормальности распределения в пакете STATISTICA. Использование параметрических критериев в MS EXCEL. Браковка выбросов и критерии исключения. Моделирование эксперимента.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: Лекции, СРС.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Чтение предлагаемой преподавателем учебной и научной литературы и интернет-ресурсов при подготовке к практическим занятиям с использованием компьютерных программ, а также при подготовке к зачету.

## **5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)**

### **5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы**

Самостоятельная работа включает работу с учебной и научной литературой при подготовке к практическим занятиям, лекциям и к зачету, работу с нормативной документацией. Самостоятельная работа проводится с целью: систематизации и закрепления, углубления и расширения теоретических знаний и практических умений, приобретаемых студентами в ходе аудиторных занятий; формирования умений использовать специальную литературу; развития познавательных способностей и активности обучающихся; формирования самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развития исследовательских умений. Самостоятельная работа при изучении дисциплины подразделяется на три вида: 1) аудиторная самостоятельная работа (выполнение практических занятий); 2) самостоятельная работа под контролем преподавателя (творческие контакты, плановые консультации, зачет); 3) внеаудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом домашних заданий

учебного и творческого характера (подготовка к лекциям, индивидуальные работы по отдельным разделам содержания дисциплины, подготовка к зачету).

**Контрольные вопросы для самостоятельной оценки качества освоения учебной дисциплины:**

1. Основные понятия биометрии (статистическая совокупность, единица наблюдения, признак, варьирование признаков и их причины). Ошибки измерений.
2. Типы экологических данных. Статистические ряды и их графики.
3. Выборочный и сплошной методы исследования, преимущества и недостатки. Понятие генеральной совокупности и выборки, примеры.
4. Репрезентативность выборок. Способы взятия выборок из генеральной совокупности.
5. Степенные и структурные средние величины, формулы расчета и значение при обработке экологических данных.
6. Показатели вариации, формулы расчета и значение при обработке экологических данных.
7. Понятие вероятности. Априорная и апостериорная вероятность, примеры. Закон нормального распределения признаков, параметры нормального распределения.
8. Правило 3-х сигм, его практическое применение. Эмпирическое и теоретическое распределение признаков (экологических показателей). Понятие асимметрии и эксцесса эмпирического распределения.
9. Статистическое оценивание генеральных параметров. Точечные и интервальные оценки. Понятие доверительной вероятности и уровня значимости при расчете доверительных интервалов для выборочных средних значений.
10. Основные задачи, решаемые при статистических сравнениях. Понятие достоверности выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности.
11. Понятие уровня значимости применительно к критериям достоверности. Классификации критериев достоверности. Преимущества и недостатки параметрических и непараметрических критериев достоверности.
12. Способы проверки нормальности эмпирического распределения признака. Критерии согласия (нормальности), условия их применимости.
13. Параметрические критерии различий: t-критерий Стьюдента и F-критерий Фишера. Область использования, формулы расчета, условия применимости.
14. Непараметрические критерии различий: критерий Манна–Уитни, критерий Вилкоксона, критерий знаков и критерий серий Вальда–Вольфовица. Область использования, условия применимости.
15. Дисперсионный анализ. Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в дисперсионном анализе.
16. Основные этапы дисперсионного анализа.
17. Виды дисперсионного анализа. Условия применимости классического параметрического дисперсионного анализа. Непараметрический дисперсионный анализ.
18. Понятия «функциональная связь» и «корреляция», примеры. Основные этапы корреляционного анализа.
19. Значение коэффициента корреляции, виды, градация, условия применимости. Понятие коэффициента детерминации.
20. Определение достоверности коэффициента корреляции. Корреляция и причинно-следственная зависимость. Понятие ложной и частной корреляции.
21. Понятие о регрессии. Сущность регрессионного анализа и область его применения. Основные этапы регрессионного анализа.
22. Виды регрессионных связей, уравнения, графические модели регрессии.
23. Определение достоверности параметров регрессионного уравнения и адекватности уравнения регрессии. Регрессия и выбросы. Регрессия и неоднородность выборки.

24. Анализ временных рядов, основные этапы.
  25. Множественная регрессия, сущность, уравнение. Методы пошаговой регрессии.
  26. Отличие многомерных методов анализа от одномерных. Сущность кластерного, дискриминантного и факторного анализов.
  27. Основы теории планирования экспериментов. Виды экспериментов. Проблема мнимых повторностей. Схема полного факторного эксперимента. Статистические методы обработки экспериментальных данных.
  28. Моделирование как метод исследования сложных систем. Классификация моделей. Статистическое, аналитическое и имитационное моделирование.
  29. Математические модели роста популяций, моделирование экосистем.
  30. Постановка эксперимента. Отбор первичных данных для проведения эксперимента для различных компонентов окружающей среды.
- При реализации дисциплины (модуля) применяется электронный учебный курс, размещённый в системе электронного обучения Moodle.

## **5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

## **7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Жукова, А. А. Биометрия : учебное пособие : в 3 частях / А. А. Жукова, М. Л. Минец. — Минск : БГУ, 2019 — Часть 1 : Описательная статистика — 2019. — 100 с. — ISBN 978-985-566-756-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180430> (дата обращения: 18.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Катмаков, П. С. Биометрия : учебное пособие для вузов / П. С. Катмаков, В. П. Гавриленко, А. В. Бушов ; под общей редакцией П. С. Катмакова. — 3-е изд., перераб.

и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15732-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/509561> (дата обращения: 22.07.2024).

3. Шумилина, Т. В. Статистика : учебное пособие / Т. В. Шумилина. — Самара : СамГАУ, 2023 — Часть 1 : Общая теория статистики — 2023. — 124 с. — ISBN 978-5-88575-722-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/370145> (дата обращения: 18.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **7.2 *Дополнительная литература***

1. Кердяшов, Н.Н. Математические методы в биологии / Н.Н. Кердяшов .— Пенза : ПГАУ, 2017 .— 192 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/579006> (дата обращения: 18.07.2024)

2. Современные методы биометрии в исследовании растений. Учебное пособие. / В.И. Авдеев .— Оренбург : ФГБОУ ВПО Оренбургский государственный аграрный университет, 2015 .— 128 с. — ISBN 978-5-88838-946-1 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/574573> (дата обращения: 18.07.2024)

3. Статистика. Ч. I. Общая теория статистики : рабочая тетрадь / Шумилина Т.В. — Самара : РИЦ СГСХА, 2018 .— 65 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/641418> (дата обращения: 07.09.2023)

## **7.3 *Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):***

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

2. Образовательная платформа "ЮРАЙТ"

3. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) URL: <https://rpn.gov.ru/>

4. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"

5. Электронно-библиотечная система "РУКОНТ"

6. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

7. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>

8. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения**

### Основное оборудование:

· Проектор

### Программное обеспечение:

· Microsoft SharePoint Server 2010



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЭКОЛОГИИ, БИОЛОГИИ И ГЕОГРАФИИ

Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля  
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Направление и направленность (профиль)

05.03.06 Экология и природопользование. Экологическая безопасность

Год набора на ОПОП  
2021

Форма обучения  
очная

Владивосток 2024

## 1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
05.03.06 «Экология и природопользование» (Б-ЭП)	ОПК-3 : Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.4к : Обрабатывает и систематизирует результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния (компонентов) окружающей среды с использованием статистических методов

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

## 2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

**Компетенция ОПК-3 «Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности»**

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-3.4к : Обрабатывает и систематизирует результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния (компонентов) окружающей среды с использованием статистических методов	РД1	Знание	методов обработки результатов полевых и лабораторных наблюдений и замеров; статистических методов анализа	обосновывает методы обработки и результатов полевых и лабораторных наблюдений и замеров, статистических методов анализа
	РД1	Умение	анализировать данные полевых и лабораторных экспериментов	устанавливает закономерности и влияния различных объектов и видов хозяйственной деятельности на природную среду, масштабы их воздействия
	РД1	Навык	владения методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации	владеет способностью интерпретировать полученные результаты

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

## 3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : методов обработки результатов полевых и лабораторных наблюдений и замеров; статистических методов анализа	1.1. Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии	Практическая работа	Собеседование
			Практическая работа	Тест
			Тест	Собеседование
			Тест	Тест
		1.2. Приемы первичной статистической обработки данных.	Практическая работа	Собеседование
			Практическая работа	Тест
			Тест	Собеседование
			Тест	Тест
РД1	Умение : анализировать данные полевых и лабораторных экспериментов	1.3. Законы распределения биологических и экологических переменных	Практическая работа	Тест
		1.4. Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности. Моделирование эксперимента.	Практическая работа	Тест
РД1	Навык : владения методами анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации	1.3. Законы распределения биологических и экологических переменных	Практическая работа	Собеседование
			Практическая работа	Тест
			Тест	Собеседование
			Тест	Тест
		1.4. Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности. Моделирование эксперимента.	Практическая работа	Собеседование
			Практическая работа	Тест
			Тест	Собеседование
			Тест	Тест

#### 4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки,

выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство				
	Отчет по практической работе	Тесты	Собеседование 1	Собеседование 2	Итого
Лекции	-	-	-	-	
Практические занятия	20	-	10	10	40
ЭОС	-	40	-	-	40
Промежуточная аттестация	20	-	-	-	20
Итого	-	-	-	-	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

## 5 Примерные оценочные средства

### 5.1 Примерный перечень вопросов по темам

1. Основные понятия биометрии (статистическая совокупность, единица наблюдения, признак, варьирование признаков и их причины). Ошибки измерений.

2. Типы экологических данных. Статистические ряды и их графики.

3. Выборочный и сплошной методы исследования, преимущества и недостатки. Понятие генеральной совокупности и выборки, примеры.

4. Репрезентативность выборок. Способы взятия выборок из генеральной совокупности.

5. Степенные и структурные средние величины, формулы расчета и значение при обработке экологических данных.

6. Показатели вариации, формулы расчета и значение при обработке экологических данных.

7. Понятие вероятности. Априорная и апостериорная вероятность, примеры. Закон нормального распределения признаков, параметры нормального распределения.

8. Правило 3-х сигм, его практическое применение. Эмпирическое и теоретическое распределение признаков (экологических показателей). Понятие асимметрии и эксцесса эмпирического распределения.

9. Статистическое оценивание генеральных параметров. Точечные и интервальные оценки. Понятие доверительной вероятности и уровня значимости при расчете доверительных интервалов для выборочных средних значений.

10. Основные задачи, решаемые при статистических сравнениях. Понятие достоверности выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности.

11. Понятие уровня значимости применительно к критериям достоверности. Классификации критериев достоверности. Преимущества и недостатки параметрических и непараметрических критериев достоверности.

12. Способы проверки нормальности эмпирического распределения признака. Критерии согласия (нормальности), условия их применимости.

13. Параметрические критерии различий: t-критерий Стьюдента и F-критерий Фишера. Область использования, формулы расчета, условия применимости.

14. Непараметрические критерии различий: критерий Манна–Уитни, критерий Вилкоксона, критерий знаков и критерий серий Вальда–Вольфовица. Область использования, условия применимости.

15. Дисперсионный анализ. Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в дисперсионном анализе.

16. Основные этапы дисперсионного анализа.

17. Виды дисперсионного анализа. Условия применимости классического параметрического дисперсионного анализа. Непараметрический дисперсионный анализ.

18. Понятия «функциональная связь» и «корреляция», примеры. Основные этапы корреляционного анализа.

19. Значение коэффициента корреляции, виды, градация, условия применимости. Понятие коэффициента детерминации.

20. Определение достоверности коэффициента корреляции. Корреляция и причинно-следственная зависимость. Понятие ложной и частной корреляции.

21. Понятие о регрессии. Сущность регрессионного анализа и область его применения. Основные этапы регрессионного анализа.

22. Виды регрессионных связей, уравнения, графические модели регрессии.

23. Определение достоверности параметров регрессионного уравнения и адекватности уравнения регрессии. Регрессия и выбросы. Регрессия и неоднородность выборки.

24. Анализ временных рядов, основные этапы.

25. Множественная регрессия, сущность, уравнение. Методы пошаговой регрессии.

26. Отличие многомерных методов анализа от одномерных. Сущность кластерного, дискриминантного и факторного анализов.

27. Основы теории планирования экспериментов. Виды экспериментов. Проблема мнимых повторностей. Схема полного факторного эксперимента. Статистические методы обработки экспериментальных данных.

28. Моделирование как метод исследования сложных систем. Классификация моделей. Статистическое, аналитическое и имитационное моделирование.

29. Математические модели роста популяций, моделирование экосистем.

30. Постановка эксперимента. Отбор первичных данных для проведения эксперимента для различных компонентов окружающей среды.

31. Основные понятия в сфере охраны окружающей среды. Основные динамические процессы, происходящие в природе и техносфере.

32. Как осуществляется прогноз загрязнения атмосферы?

33. Перечислите основные механизмы ассимиляции вредных веществ в наземных

экосистемах в различных ландшафтных зонах России?

34. В результате каких процессов происходят разрушение или трансформация загрязняющих веществ в воздухе, в воде и в почве?

35. Перечислите основные показатели устойчивости экосистем к химическому загрязнению.

36. Каковы главные типы нарушения и загрязнения экосистем горнодобывающими предприятиями?

37. Что входит в агроэкологическую оценку земель сельскохозяйственного назначения?

38. Каковы основные последствия теплового загрязнения водного объекта?

39. В чем состоят основные проблемы водной мелиорации?

40. В чем заключаются основные проблемы организации мониторинга водных объектов, в том числе и трансграничных водных объектов?

41. Перечислите источники радиационного загрязнения природной среды.

42. Как представлена система радиационного мониторинга?

43. В чем заключается экологическое моделирование и прогнозирование?

44. Как осуществляется общественный экологический мониторинг?

45. Воздух как объект анализа. Источники загрязнения атмосферы.

46. Классификация загрязнителей воздуха.

47. Стандарты качества атмосферного воздуха.

48. Отбор проб воды. Приборы для отбора проб воды.

49. Особенности пробоотбора почв. Приборы для отбора проб почвы.

50. Глобальная система мониторинга окружающей среды

*Краткие методические указания*

Контрольные вопросы позволяют проверить знания студента по дисциплине (используются для проведения контрольных работ, для самостоятельной оценки качества освоения учебной дисциплины).

В рамках собеседования 1 (1-25 вопросы), в рамках собеседования 2 (26-50 вопросы)

*Шкала оценки*

№	Баллы*	Описание
5	8-10	Сформировавшееся систематическое владение знанием основных понятий
4	6-8	В целом сформировавшееся владение знанием основных понятий
3	4-5	Неполное владение знанием основных понятий
2	2-3	Фрагментарное владение знанием основных понятий
1	0-1	Отсутствие знания основных понятий

\*Количество баллов за одно собеседование (всего 2 собеседования)

## 5.2 Примеры тестовых заданий

1. Каков основной метод используется современной биологии и экологии?

- A. количественный
- B. метод наблюдения
- C. сравнительный метод
- D. исторический метод

2. Кому принадлежит высказывание: биометрию можно сравнить с жерновом, «который всякую засыпку смелет, но ценность помола определяется исключительно ценностью засыпанного»?

- A. Гальтон
- B. Лакин
- C. Пирсон
- D. Госсет

3. Ознакомьтесь с характеристикой математических и статистических трудов

выдающихся деятелей и распределите представленные характеристики согласно исторической справке:

1) Разработал основы новой науки, названной им «биометрия».

Первым пытался применить статистические методы к решению проблемы наследственности и изменчивости организмов. А) *Вильям Госсет*

2) Создал математический аппарат биометрии, развил учение о разных типах кривых распределения, разработал критерий  $\chi^2$  («хи квадрат»), ввёл в биометрию такие показатели, как стандартное отклонение, коэффициент вариации Б) *Френсис Гальтон (1899)*

3) Обосновал теорию малой выборки и представление о том, что о даже для небольшого количества данных можно успешно использовать статистические методы. В) *Карл Пирсон*

4. Программное обеспечение анализа данных можно условно разделить на:

А. специальные программные продукты

В. математические и статистические программы

С. пакеты общего назначения (MS Excel) и специальные программные продукты

Д. специальные программные продукты и пакеты научной график

5. Что представляют собой «функции» (статистические и математические)?

А. систему статистического анализа и обработки данных

В. заранее определенные формулы, с помощью которых можно быстро выполнять вычисления по заданным величинам, называемым аргументами

С. графическую систему для визуализации данных и результатов статистического анализа

Д. набор статистических модулей, в которых собраны группы логически связанных между собой статистических процедур

6. Соотнесите программы MS EXCEL со статистическими и математическими функциями библиотеки встроенных функций:

1) Статистические и математические функции библиотеки встроенных функций А) *пакет анализа*

2) Статистические процедуры надстройки Б) *мастер функций*

3) Специальный инструмент для проведения графического анализа В) *мастер диаграмм*

7. Что представляет собой «статистическая совокупность»?

А. число единиц наблюдения

В. отдельное числовое значение признака

С. множество относительно однородных, но индивидуально различимых единиц, объединенных для группового изучения

Д. отдельное числовое значение признака

8. Что представляет собой «варианса»?

А. свойство, проявлением которого один объект отличается от другого

В. отдельное числовое значение признака

С. характеристику объекта исследования

Д. любую информацию о наблюдаемом объекте, выраженную качественно или количественно определенную

9. Что является характерным свойством признаков биологических и экологических объектов?

А. варьирование их значений в определенных пределах при переходе от одной единицы наблюдения к другой

В. характеристика переменных величин

С. величина переменных варьирования значений в определенных пределах

Д. показатель переменных величин

10. Какими терминами в статистике обозначается варьирование значений биологических и экологических объектов?

А. дисперсия, вариабельность

В. вариация, рассеяние вариант

С. изменчивость, разброс

Д. вариация, дисперсия, вариабельность, рассеяние вариант, разброс, изменчивость

11. Достоверное событие :

А. вероятность которого равна 0

В. вероятность которого равна 1

С. вероятность которого заключена где-то между 0 и 1

Д. вероятность приближается к 1, но единице не равняется

12. Случайное событие :

А. вероятность которого равна 0

В. вероятность которого равна 1

С. вероятность которого заключена где-то между 0 и 1

Д. вероятность приближается к 1, но единице не равняется

13. Соотнесите данные определения с ключевыми понятиями теории вероятностей:

1) Исход или результат отдельного испытания	А. испытание
2) 2) Некоторый комплекс условий, необходимый для того, чтобы мог осуществиться тот или иной исход	В. событие
3) 3) Событие, исход которого заранее предсказуемый – падение подброшенного камня вниз, по длине стороны квадрата всегда точно можно определить его площадь	С. достоверное событие

14. Соотнесите данные определения с ключевыми понятиями теории вероятностей

1) Событие, при осуществлении комплекса условий которого изменения произойти не могут	А. невозможные события
2) 2) События, исход которых заранее предсказуем, при осуществлении комплекса условий которого изменения могут произойти, а могут не произойти	В. вероятность события А (P(A))
3) 3) Отношение числа благоприятствующих этому событию исходов (m) к общему числу всех равновозможных и несовместных исходов (n)	С. случайные события

15. Сумма вероятностей противоположных событий

А. всегда равна единице

В) всегда равна нулю

С) вероятность которого заключена где-то между 0 и 1

Д) вероятность приближается к 1, но единице не равняется

16. На что обычно ориентируются когда дают приблизительный (вероятностный) прогноз:

А. на повторяемость однотипных событий

В. на частоту встречаемости значений признака

С. на повторяемость однотипных событий, на частоту встречаемости значений признака

Д. на характеристику однотипных событий

17. Статистическая вероятность события

А. распределение вероятностей

В. относительная частота

С. вариабельность

Д. разброс

18. Какими именно параметрами определяется форма и положение графика нормального

распределения

А. средним значением признака и стандартным отклонением

В. стандартным отклонением и относительной частотой

С. повторяемостью однотипных событий и частотой встречаемости значений признака

Д. вариабельностью и распределением вероятностей

19. Закон, описывающий редкие события (признаки), происходящие 1, 2, 3 и т. д. раз



на сотни и тысячи обычных событий:

- A. закон Ньютона
- B. закон минимума
- C. закон Пуассона
- D. закон вероятности

20. Категория, к которой относится доверительный интервал для среднего генеральной совокупности:

- a) статистическая
- b) математическая
- c) моделированная
- d) доверительная

21. Программа STATISTICA представляет собой интегрированную систему, помогающую в

- a) статистическом анализе
- b) моделировании образцов
- c) обработке данных
- d) оценивании воздействия вредных факторов на воду

22. Значение, от которого коэффициент вариации позволяет сравнивать вариацию признаков, выраженных в одних и тех же единицах измерения, но резко различающихся по величине:

- a) наименьшее
- b) общее
- c) среднее
- d) убыточное

23. Число случаев, включённых в выборочную совокупность

- a) численность выборки
- b) населённость группы
- c) объём выборки
- d) возможные случаи

24. Числовые показатели, характеризующие генеральную совокупность, называют генеральными параметрами. Как называют статистические показатели, характеризующие выборку

- a) выборочная дисперсией
- b) генеральная совокупность
- c) стандартная ошибка
- d) выборочные характеристики

25. Стандартная ошибка – это

a) множества случайных выборочных средних от истинной генеральной средней  
b) ошибка при расчётах  
c) стандартное отклонение множества случайных выборочных средних от истинной генеральной средней  
d) возможная ошибка

26. Определить максимальное отклонение выборочной средней от истинной генеральной средней можно лишь с определенной вероятностью. В случае нормального распределения изучаемого признака это можно сделать на основе правила

- a) 3 СИГМ
- b) STASISTICA
- c) Основное правило статистического закона
- d) Признак, соответствующий нормальному закону

27. Для установления того, достоверна или недостоверна выборочная разность, исследователь вначале должен сформулировать статистические гипотезы

- a) нулевая гипотеза
- b) доверенная гипотеза

с) альтернативная гипотеза

д) недоверенная гипотеза

28. Значимость для р-уровня - это

а) вероятность разности альтернативной гипотезы

б) вероятность справедливости нулевой гипотезы

с) вероятность разности нулевой гипотезы

д) вероятность справедливости альтернативной гипотезы

29. Доверительная вероятность, с которой можно принимать или отвергать нулевую гипотезу

а) \* 0.95, 0.99 или 0.999

б) 0.9, 0,95 или 0,99

с) 0.009, 0.09 или 0.9

д) 0.95, 0.9 или 0.999

30. При увеличении объема выборки ошибки репрезентативности стремятся

а) к минус единице

б) к единице

с) к нулю

д) к двум

*Краткие методические указания*

Тестовые вопросы позволяют проверить знания студента по дисциплине.

При поиске ответов на вопросы рекомендована основная и дополнительная литература (список литературы представлен в рабочей программе дисциплины).

*Шкала оценки*

№	Критерии	Баллы*	Описание
1	отлично	8–10	Выполнено более 90 % заданий
2	хорошо	6–8	Выполнено от 70 до 89 % заданий
3	удовлетворительно	4–6	Выполнено от 50 до 69 % заданий
4	неудовлетворительно	2–4	Выполнено от 30 до 49% заданий
5	неудовлетворительно	0-2	Выполнено менее 30%

Количество баллов по отдельной (всего 4 темы)

### 5.3 Пример практических (ситуационных) задач

**Тема 1 Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии**

Задание 1. Ознакомление с программой предмета. Обсуждение и разбивка на группы участников при выезде на отбор натуральных данных для исследований. Выезд на отбор натуральных данных для исследований (промышленный объект, рекреационная территория).

**Тема 2. Приемы первичной статистической обработки данных. Выезд на отбор натуральных данных для исследований (промышленный объект, рекреационная территория).**

Задание 2. Подготовка натуральных данных и получение первичной информации.

Проводится выбор методов отбора и систематизации данных полученных в лабораторных условиях (биотестирование).

**Необходимо сделать следующее:**

1. Выполняется анализ тест-объектов на пригодность к анализу (по визуальным параметрам)
2. Разбор и систематизация тест-объектов
3. Замер основных параметров тест-объектов
4. Внести данные результатов лабораторного эксперимента в программу Excel
5. Проведение статистической обработки результатов экспериментов с помощью

стандартного программного обеспечения

Допуск к практическим работам предусматривает знание теоретического материала.

### **Тема 3. Законы распределения биологических и экологических переменных**

Задание 3. Подготовка натуральных данных и получение первичной информации. Получение данных (проведения биотестирования, биоиндикации). Моделирование эксперимента.

**Тема 4 Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности.**

Задание 4. Проверка статистических гипотез. Математическая обработка полученных данных в сфере экологии и охраны окружающей среды (средняя, дисперсия, варианса, критерий Фишера, Стьюдента). Интерпретация результатов.

#### **Пример практической работы:**

**Математическая обработка результатов, полученных при исследовании выбранных биологических параметров (длина проростков и корешков) тест-культуры.**

Работа выполняется в программе Microsoft Office Excel.

Для математической обработки результатов полученных при исследовании выбранных биологических параметров тест-культуры с помощью биологических методов применяется биологическая статистика или биометрия. По данным Л. А. Васильевой (2007) эта область научного знания охватывает классификацию, систематизацию и обработку экспериментальных данных в биологии, медицине и сельском хозяйстве методами математической статистики.

Средняя арифметическая величина является очень важным параметром, характеризующим выборочную совокупность. Данная величина является обобщенной характеристикой совокупности.

Более точным показателем, характеризующим вариацию или рассеяние вариантов вокруг среднего арифметического значения, является сумма квадратов отклонений совокупности от среднего. Данная характеристика совокупности носит название дисперсии, обозначается символом  $S$ .

Дисперсия накапливается по мере увеличения численности совокупности так же, как накапливается при оценке среднего арифметического значения. В двух совокупностях разного объема при одинаковой вариации значение дисперсии будет выше в той совокупности, в которой численность больше. Поэтому дисперсию необходимо усреднить, а именно разделить на число вариаций в совокупности.

$\sigma$  носит название среднего квадратического отклонения. Величина  $\sigma$  является основным показателем, характеризующим изменчивость анализируемой выборочной совокупности.

В анализ включены признаки равномерные (живая масса в кг, длина в см) и при этом необходимо знать по какому признаку изменчивость выше. Следует выразить изменчивость в относительной мере. Такая мера называется коэффициентом вариации, % (CV).

F-критерий Фишера (F-распределение) существует для проверки гипотезы о равенства генеральных дисперсий генеральных совокупностей.

Принято брать отношение большей дисперсии к меньшей, следовательно, в этом случае критерий

Чем значительнее неравенство между выборочными дисперсиями, тем больше будет и величина F, и наоборот, чем меньше окажется разница между дисперсиями, тем меньше будет величина F. Величина F имеет непрерывную функцию распределения и зависит только от чисел степеней свободы.

F-критерий полностью определяется выборочными дисперсиями.

Примеры практических задач для решения:

Условия 1

Установите воздействие данного вида хозяйственной деятельности на природную среду.

1. В с. Москва Приморского края 11 июля состоится ввод в эксплуатацию

птицеводческого комплекса ООО «Земля и люди». В 2010 году началась реконструкция и модернизация предприятия. За это время были отремонтированы промышленные помещения для выращивания цыплят-бройлеров, административный корпус, оборудованы санпропускники в каждый 50 дом в птичнике, благоустроена территория комплекса. Сумма привлеченных инвестиций составила более 100 млн рублей. Единовременная посадка цыплят-бройлеров во все новые помещения комплекса составляет 1 700 000 голов. Все основные производственные процессы в птицеводстве автоматизированы и компьютеризированы. В птичниках созданы все условия для выращивания птицы: определенный микроклимат, специальный световой режим. Одновременно с реконструкцией шла посадка птицы в уже отремонтированные помещения. В текущем году планируется полностью освоить проектные мощности. От одного цыплёнка образуется 0,5 кг в день отходов.

Задача 1. Посчитайте, сколько отходов, какого за неделю, месяц год.

Задача 2. Рассчитайте количество отходов от птицефабрики в месяц, год, 5 лет. В чем опасность этого вида отходов?

Задача 3. Определите категорию опасности птицеводческого комплекса.

Задача 4. Определите класс опасности птицеводческого комплекса

Условия 2

Установите зону воздействия различных объектов и видов хозяйственной деятельности на природную среду.

В соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» установите класс опасности следующих объектов:

Задача	Объект
5	Производство цветных металлов в количестве от 100 до 2000 т/год
6	Комбинат черной металлургии с полным металлургическим циклом более 1 млн. т/год чугуна и стали
7	Производство магнезита, доломита и шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и др. печах
8	Промышленные объекты (карьеры) по добыче мрамора, песка, глины с отгрузкой сырья транспортерной лентой
9	Промышленные объекты по добыче асбеста
10	Коксохимическое производство (коксогаз)
11	Свинофермы от 4 до 12 тыс. голов
12	Хозяйства с содержанием животных (свинарники, коровники, питомники, конюшни, зверофермы) до 50 голов
13	Производство по выплавке чугуна при общем объеме доменных печей от 500 до 1500 м <sup>3</sup>
14	Золоотвалы теплоэлектростанций (ТЭС)
15	Производство брома, полупродуктов и продуктов на его основе (органических, неорганических)
16	Производство брикета из мелкого торфа и угля
17	Производство извести (известковые заводы с шахтными и вращающимися печами)
18	Промышленные объекты по добыче природного газа
19	Производство по выплавке цветных металлов непосредственно из руд и концентратов (в т. ч. свинца, олова, меди, никеля)
20	Угольные разрезы

*Краткие методические указания*

Подготовить задание самостоятельно или в малой группе, защита проходит публично на практическом занятии в виде доклада с презентацией.

*Шкала оценки*

Оценка	Баллы*	Описание
5	8–10	Сформировавшееся систематическое владение знанием основных понятий и определений, умение решать и применять полученные знания на практике
4	6–8	В целом сформировавшееся владение знанием основных понятий и определений, умение решать и применять полученные знания на практике
3	4–6	Неполное владение знанием основных понятий и определений, умение решать и применять полученные знания на практике

2	2-4	Фрагментарное владение знанием основных понятий и определений, умение решать и применять полученные знания на практике
---	-----	--

\*Количество баллов за отдельную практическую работу (всего 4 практические работы)