

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Красноярский государственный аграрный университет»**

СОГЛАСОВАНО:

Директор института Келер В.В.
"18" 03 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор Пыжикова Н.И.
"29" 03 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
(текущего оценивания, промежуточной аттестации)



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

**ВЫДАШНОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 – 08.08.2026**

Институт агроэкологических технологий
Кафедра «Экология и природопользования»

Наименование и код ОПОП: 05.03.06 - «Экологии и природопользования»

Направленность (профиль): Экологическая безопасность

Дисциплина: Статистические методы обработки данных в экологии и
природопользовании

Красноярск, 2024

Составитель: Хижняк С.В. д.б.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«18» марта 2024 г

Эксперт: Шепелев И. И. д.т.н., профессор

«18» марта 2024 г.

ФОС разработан в соответствии с рабочей программой дисциплины
Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании

Программа обсуждена на заседании кафедры «Экология и природопользование»
протокол № 7 от «18» марта 2024 г.

Зав. кафедрой: Коротченко И.С. канд. биол. наук, доцент
«18» марта 2024 г

ФОС принят методической комиссией Института агроэкологических технологий протокол
№ 7 «18» марта 2024 г.

Председатель методической комиссии Волкова А.Г., ст. преподаватель
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«18» марта 2024 г

Содержание

1 Цель и задачи фонда оценочных средств	4
2 Нормативные документы	4
3 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций.....	5
4 Показатели и критерии оценивания компетенций.....	5
5 Фонд оценочных средств.	6
5.1 Фонд оценочных средств для текущего контроля	6
5.1.1 Оценочное средство (опрос). Критерии оценивания.....	6
5.1.2 Оценочное средство (защита практических работ). Критерии оценивания.	8
5.2 Фонд оценочных средств для промежуточного контроля	9
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11
6.1 Основная литература.....	11
6.2 Дополнительная литература.....	11
6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	11
6.4. Программное обеспечение	11

1 Цель и задачи фонда оценочных средств

Целью создания ФОС дисциплины – оценка персональных достижений обучающихся посредством студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков математической обработки данных с использованием современных программных средств.

Текущий контроль по дисциплине «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании» – вид систематической проверки знаний, умений, навыков бакалавров. Задача текущего контроля – получить первичную информацию о ходе и качестве усвоения учебного материала, а также стимулировать регулярную целенаправленную работу бакалавров. Задача промежуточного контроля – получить достоверную информацию о степени освоения дисциплины.

ФОС по дисциплине решает **задачи**:

- контроль (с помощью набора оценочных средств) и управление (с помощью элементов обратной связи) достижением целей реализации ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», определенных в виде общепрофессиональных компетенций бакалавров, определённых в ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс Университета.

Назначение фонда оценочных средств:

используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) бакалавров, предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании» в установленной учебным планом форме – зачет.

2 Нормативные документы

ФОС разработан на основе Федерального государственного стандарта высшего образования (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 894 от 07.08.2020) по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», рабочей программы дисциплины «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании».

3 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	Этап формирования компетенции	Образовательные технологии	Тип контроля	Форма контроля
ОПК-6 Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности	теоретический (информационный)	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	текущий	опрос
	практико-ориентированный	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	текущий	опрос, защита работ
	оценочный	аттестация	промежуточный	зачет

4 Показатели и критерии оценивания компетенций

Таблица 4.1 – Показатели и критерии оценки результатов обучения

Показатель оценки результатов обучения	Критерий оценки результатов обучения
Пороговый уровень	ОПК-6 В общем успешное, но не систематически осуществляемое умение проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.
Продвинутый уровень	ОПК-6 В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности.
Высокий уровень	ОПК-6 Успешное и систематически осуществляемое умение проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Таблица 4.2 – Шкала оценивания

Показатель оценки результатов обучения	Шкала оценивания
Пороговый уровень	60-72 баллов (удовлетворительно)
Продвинутый уровень	73-86 баллов (хорошо)
Высокий уровень	87-100 баллов (отлично)

5 Фонд оценочных средств.

5.1 Фонд оценочных средств для текущего контроля

Текущий контроль используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью бакалавров. Текущий контроль успеваемости бакалавров включает в себя: опрос, защита выполнения практических работ.

5.1.1 Оценочное средство (опрос). Критерии оценивания.

Опрос – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Опрос проводится после изучения дисциплинарного модуля в устной или письменной форме.

Вопросы к опросу:

Модуль 1. Описательная статистика и сравнение средних

Модульная единица 1.1 Описательная статистика

1. Понятие среднего, дисперсии, ошибки, доверительных границ и доверительных интервалов
2. Нахождение среднего, дисперсии, ошибки, доверительных границ и доверительных интервалов для количественных и качественных признаков.
3. Понятие формы распределения.
4. Анализ формы распределения.

Модульная единица 1.2 Сравнение двух средних

1. Сравнение двух средних в случае независимых переменных (выборок) по t-критерию и F-критерию.
2. Сравнение двух средних в случае зависимых переменных (выборок) по парному t-критерию.
3. Сравнение двух средних для качественных признаков по точному F-критерию для таблиц 2x2.

Модульная единица 1.3 Сравнение нескольких средних

1. Сравнение нескольких средних однофакторным дисперсионным анализом.
2. Двух- и многофакторный дисперсионный анализ.
3. Сравнение нескольких средних по критерию хи-квадрат.

Модуль 2. Выявление связей

Модульная единица 2.1 Корреляционный анализ

1. Назначение и область применения корреляционного анализа.
2. Проведение корреляционного анализа.
3. Ранговая корреляция.

Модульная единица 2.2 Регрессионный анализ

1. Назначение регрессионного анализа.
2. Парная линейная регрессия.
3. Парная нелинейная регрессия.
4. Множественная линейная регрессия.
5. Множественная нелинейная регрессия.

Модульная единица 2.3 Анализ таблиц сопряжённости

1. Назначение и область применения анализа таблиц сопряжённости.
2. Проведение анализа таблиц сопряжённости
3. Интерпретация результатов.

Модуль 3. Многомерные исследовательские методы

Модульная единица 3.1 Анализ главных компонент и Факторный анализ

1. Назначение и область применения Анализа главных компонент и Факторного анализа.
2. Проведение Анализа главных компонент и Факторного анализа.
3. Интерпретация результатов Анализа главных компонент и Факторного анализа.

Модульная единица 3.2 Кластерный анализ

1. Назначение и область применения Кластерного анализа.
2. Иерархический кластерный анализ.
3. Способы вычисления расстояний и объединения в кластеры при иерархическом кластерном анализе.
4. Интерпретация результатов при кластерном анализе.

Модульная единица 3.3 Дискриминантный анализ

1. Назначение и область применения Дискриминантного анализа.
2. Проведение дискриминантного анализа.
1. Интерпретация результатов дискриминантного анализа.

Критерии оценивания

Баллы по рейтинго-модульной системе	Оценка	Критерии оценивания
«5 баллов»	отлично	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса.
«4 баллов»	хорошо	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе.
«3 балла»	удовлетворительно	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа.
«0 баллов»	неудовлетворительно	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Студент не

		способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--	--	--

За участие в опросе по каждому модулю студент может набрать максимально 5 баллов. Итого за участие в опросе в течение семестра студент может набрать максимально 15 баллов.

5.1.2 *Оценочное средство (защита практических работ). Критерии оценивания.*

Перечень работ с заданиями

Работа № 1. Описательная статистика и анализ распределений

Задания для самоподготовки

Провести первичный статистический анализ и анализ распределения для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 2. Сравнение двух средних для независимых и зависимых (парных) переменных

Задания для самоподготовки

Провести сравнение средних по t-критерию, парному t-критерию и F-критерию для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 3. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ

Задания для самоподготовки

Провести однофакторный и двухфакторный дисперсионный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 4. Корреляционный анализ

Задания для самоподготовки

Провести корреляционный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 5. Регрессионный анализ. Линейная, нелинейная и множественная регрессия

Задания для самоподготовки

Провести регрессионный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 6. Анализ таблиц сопряжённости 2x2 по F-критерию. Анализ таблиц сопряжённости произвольной размерности по критерию хи-квадрат

Задания для самоподготовки

Провести анализ таблиц сопряжённости для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 7. Анализ главных компонент и Факторный анализ

Задания для самоподготовки

Провести Анализ главных компонент и Факторный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 8. Иерархический кластерный анализ

Задания для самоподготовки

Провести Кластерный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Работа № 9. Дискриминантный анализ

Задания для самоподготовки

Провести Дискриминантный анализ для предоставленных преподавателем данных.

Критерии оценивания работы на практических занятиях и защиты работы:

Критерии оценивания	Баллы по рейтинго-модульной системе	Оценка
качественное оформление результатов	«5 баллов»	отлично

практической работы, самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на контрольные вопросы практической работы, регулярная посещаемость занятий.		
недостаточно полное оформление результатов практической работы, незначительные ошибки, меньшая активность на занятиях с хорошей посещаемостью.	«4 балла»	хорошо
недостаточно полное оформление результатов практической работы, незначительные ошибки, знание содержания основных категорий и понятий, недостаточная активность на занятиях, оставляющая желать лучшего посещаемость.	«3 балла»	удовлетворительно
пассивность на занятиях, частая неготовность при ответах на вопросы, плохая посещаемость, отсутствие качеств, указанных выше для получения более высоких оценок.	«0 баллов»	неудовлетворительно

Студент может максимально получить 45 баллов (9 работ).

5.2 Фонд оценочных средств для промежуточного контроля

ФОС промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме: зачет.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущего рейтинга и принимается решение о допуске обучаемого к выходному контролю.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущих, рубежных рейтингов и принимается решение о допуске обучаемого к выходному контролю или освобождении от его сдачи.

Если по результатам текущих, рубежных рейтингов студент набрал в сумме менее 40% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля он не допускается и считается задолжником по этой дисциплине. Для устранения задолженностей студент получает индивидуальное задание для самостоятельной работы.

Если же сумма баллов составляет более 60% от максимального рейтинга дисциплины, то студент допускается к сдаче выходного контроля по расписанию экзаменационной сессии.

Зачет проводится в виде итогового тестирования в установленные сроки с помощью ДОТ на сайте <https://e.kgau.ru/>, в компьютерном классе. Тест-билет содержит 20 вопросов по всему курсу, формируется автоматически из банка тестовых заданий (*Приложение 1*). Время прохождения теста – 60 мин.

Перечень вопросов к зачету. Критерии оценивания.

Перечень вопросов:

1. Нахождение среднего, дисперсии, ошибки, доверительных границ и доверительных интервалов для количественных и качественных признаков.
2. Анализ формы распределения.

3. Сравнение двух средних в случае независимых переменных (выборок) по t-критерию и F-критерию.
4. Сравнение двух средних в случае зависимых переменных (выборок) по парному t-критерию.
5. Сравнение двух средних для качественных признаков по точному F-критерию для таблиц 2x2.
6. Сравнение нескольких средних однофакторным дисперсионным анализом.
7. Двух- и многофакторный дисперсионный анализ.
8. Сравнение нескольких средних по критерию хи-квадрат.
9. Назначение и область применения корреляционного анализа. Проведение корреляционного анализа.
10. Ранговая корреляция.
11. Назначение, область применения и виды регрессионного анализа.
12. Парная линейная регрессия.
13. Парная нелинейная регрессия.
14. Множественная линейная регрессия.
15. Множественная нелинейная регрессия.
16. Назначение и область применения анализа таблиц сопряженности. Проведение анализа таблиц сопряженности и интерпретация результатов.
17. Назначение и область применения Анализа главных компонент и Факторного анализа.
18. Интерпретация результатов Анализа главных компонент и Факторного анализа.
19. Назначение и область применения Кластерного анализа.
20. Способы вычисления расстояний при иерархическом кластерном анализе.
21. Способы объединения в кластеры при иерархическом кластерном анализе.
22. Назначение и область применения Дискриминантного анализа. Проведение дискриминантного анализа.
23. Интерпретация результатов дискриминантного анализа.

При проведении зачета каждый обучающийся получает по 2 вопроса из списка, приведенного выше. Преподаватель, проводящий зачет, имеет право с целью выяснения глубины знаний задавать обучающимся не более 2-3 дополнительных вопросов в рамках тем.

Критерии оценивания зачета

Шкала оценивания	Критерии
40-25 баллов «зачтено»	продемонстрированы комплексные знания базовых основ применения математических методов обработки данных в экологии и природопользовании Продemonстрирована способность проводить анализ данных с использованием методов классической и многомерной статистики, владение пакетом анализа MS Excel и пакетом StatSoft STATISTICA.
24 -0 баллов «не зачтено»	продемонстрированы отсутствие или фрагментарные знания базовых основ применения математических методов обработки данных в экологии и природопользовании; отсутствует способность проводить анализ данных с использованием методов классической и многомерной статистики, владение пакетом анализа MS Excel и пакетом StatSoft STATISTICA.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

- 1 Яковлев, В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel : учебное пособие для вузов / В. Б. Яковлев. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 353 с. — (Университеты России). - ISBN 978-5-534-01672-7. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/437852>
- 2 Анализ данных : учебник для академического бакалавриата / В. С. Мхитарян [и др.] ; под редакцией В. С. Мхитаряна. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 490 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-00616-2. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/432178>
- 3 Хижняк, С.В. Математические методы в агроэкологии и биологии: учебное пособие : / С. В. Хижняк, Е. П. Пучкова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Красноярский государственный аграрный университет. - Красноярск : КрасГАУ, 2019. - 240 с.

6.2 Дополнительная литература

- 1 Хижняк С.В., Мучкина Е.Я. Методы статистической обработки : учебно-методическое пособие. Ч. 2 / Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2003. - 64 с.
- 2 Хижняк С.В., Мучкина Е.Я. Математические методы в биологии и экологии : метод. указания. Ч.3. - Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2004 - 54 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

(далее – сеть «Интернет»)

1. Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ на платформе LMS Moodle - <https://e.kgau.ru/>
2. Научная библиотека Красноярский ГАУ - <http://www.kgau.ru/new/biblioteka/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru/>
4. СПС «КонсультантПлюс» - <http://www.consultant.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com>
6. Электронная библиотечная система «Юрайт» - <http://www.biblio-online.ru/>
7. Сайт Министерства сельского хозяйства РФ - <http://mcx.ru/>
8. Министерство сельского хозяйства Красноярского края - <http://krasagro.ru/>
9. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор сотрудничества № 20175200206 от 01.06.2016).
10. Справочная правовая система «Гарант» (учебная лицензия, договор №129-20-11 от 01.01.2012).

Информационно-поисковые системы:

- Google <http://www.google.com>
- Yandex <http://www.yandex.ru>
- Rambler <http://www.rambler.ru>

6.4. Программное обеспечение

1. Office 2007 Russian Open License Pack, академическая лицензия ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ №44937729 от 15.12.2008;
2. Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования) – бесплатно распространяемое ПО;
3. Библиотечная система «Ирбис 64» (web версия), договор сотрудничества от 2019 г;
4. ABBYY Fine Reader 10 Corporate Edition, лицензия № FCRC 1100-1002-2465-8755-4238 от 22.02.2012;
5. Acrobat Professional Russian 8.0 Academic Edition Band R 1-999, лицензия образовательная № CE 0806966 27.06.2008;

6. Офисный пакет LibreOffice 6.2.1, бесплатно распространяемое ПО;
7. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License, лицензия 1800-191210-144044-563-2513 с 10.12.2019 до 17.12.2021;
8. Операционная система Windows Vista Business Russian Upgrade Open License, академическая лицензия № 44937729 от 15.12.2008;
9. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ», лицензионный договор №158 от 03.04.2019.

Таблица – Тип тестового задания

Тип задания	Наименование
1	Задания закрытого типа на установление соответствия
2	Задания закрытого типа на установление последовательности
3	Задания комбинированного типа, предполагающие выбор одного правильного ответа из предложенных
4	Задания комбинированного типа, предполагающие выбор нескольких ответов из предложенных
5	Задания открытого типа, в том числе с развёрнутым ответом

Таблица – Банк тестовых заданий

№ п/п	ТИП ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ	ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ	Правильный ответ
1.	3	1. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. При анализе проб воды на наличие определенных элементов исследователь выбирает способ отображения частоты встречаемости каждого элемента. Этот метод называется... А. Таблицей частот В. Парным графиком С. Диаграммой размаха D. Боксплотом	А. Таблицей частот Таблица частот идеально подходит для демонстрации количества появления каждого отдельного элемента в выборке, позволяя быстро увидеть частоту встречаемости. Графики боксплота и диаграммы размаха ориентированы на демонстрацию центральных моментов и разброса данных, а парный график предназначен для сопоставления пар значений.
2.	3	2. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Для анализа силы связи между содержанием нитратов в грунтовых водах и удаленностью района от промышленной зоны используется... А. Анализ чувствительности В. Проверка гипотезы С. Корреляционный анализ D. F-тест дисперсионного анализа	С. Корреляционный анализ Корреляционный анализ применяется для оценки силы и направления связи между двумя численными переменными, такими как количество нитратов и расстояние от промышленного предприятия.
3.	3	3. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Исследователь собирает данные о качестве воздуха в регионе каждые два часа в течение месяца. Какой тип анализа рекомендуется применить для выявления суточных колебаний уровня загрязнения? А. Временной ряд В. Частотный анализ С. Нормализация данных D. Факторный анализ	А. Временной ряд Данные, собранные регулярно и последовательно во времени, представляют собой временной ряд. Его анализ направлен на выявление периодических изменений, таких как суточные колебания уровня загрязнения.
4.	4	4. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какой показатель помогает выявить тенденцию изменений временного ряда в экологической статистике? А. Индикатор автокорреляции В. Скорость роста показателя С. Индекс сезонности D. Средняя геометрическая величина	А. Индикатор автокорреляции В. Скорость роста показателя Тенденцию временных рядов отражает индикатор автокорреляции (связь текущего значения с предыдущими), а также скорость роста показателя. Индекс сезонности фиксирует повторяющиеся циклы, средняя геометрическая применяется для усреднения положительных

			величин, особенно при расчетах процентов роста.										
5.	4	5. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Что является мерой разброса (вариации) признаков в экологическом исследовании? А. Стандартная ошибка среднего В. Коэффициент корреляции Пирсона С. Среднеквадратичное отклонение Д. Вариация коэффициента Джини	А. Стандартная ошибка среднего С. Среднеквадратичное отклонение Стандартная ошибка среднего и среднеквадратичное отклонение используются для измерения variability данных вокруг среднего значения. Корреляционный коэффициент измеряет связь между переменными, а коэффициент Джини используется преимущественно в экономике для оценки неравенства доходов.										
6.	4	6. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какие статистические показатели помогают оценить среднюю концентрацию загрязняющих веществ в воде реки? А. Модальное значение концентрации В. Среднее арифметическое содержание примесей С. Показатель асимметрии распределения загрязнителей Д. Медианное значение содержания загрязнений	В. Среднее арифметическое содержание примесей Д. Медианное значение содержания загрязнений Средний уровень загрязнения воды удобно оценивать с помощью среднего арифметического и медианного значения. Эти меры отражают типичную концентрацию примеси в исследуемой среде. Мода применима редко, поскольку концентрация обычно не концентрируется строго на одном уровне, а асимметрия описывает форму распределения, а не само среднее значение.										
7.	2	7. Прочитайте текст и запишите правильную последовательность шагов при выполнении кластерного анализа для разделения регионов по уровню экологического стресса: А. Примените алгоритм кластеризации В. Интерпретируйте полученный результат С. Выберите метрику расстояния Д. Подготовьте набор данных Е. Установите оптимальное число кластеров	Правильная последовательность: D → C → A → E → B										
8.	1	8. Прочитайте текст и установите соответствие между видами анализов и проблемами экологии и природопользования: <table><tr><th>Анализы</th><th>Проблемы</th></tr><tr><td>А. Регрессионный анализ</td><td>1. Определение связи между уровнем озоновой дыры и выбросами фреонов</td></tr><tr><td>Б. Корреляционный анализ</td><td>2. Классификация регионов по уровню воздействия человеческого фактора на окружающую среду</td></tr><tr><td>В. Временной ряд</td><td>3. Предсказание уровня загрязнённости водоёма в зависимости от объёма стоков промышленности</td></tr><tr><td>Г. Кластерный анализ</td><td>4. Прогноз изменения численности редких видов животных в ближайшие годы</td></tr></table>	Анализы	Проблемы	А. Регрессионный анализ	1. Определение связи между уровнем озоновой дыры и выбросами фреонов	Б. Корреляционный анализ	2. Классификация регионов по уровню воздействия человеческого фактора на окружающую среду	В. Временной ряд	3. Предсказание уровня загрязнённости водоёма в зависимости от объёма стоков промышленности	Г. Кластерный анализ	4. Прогноз изменения численности редких видов животных в ближайшие годы	Правильное соответствие: А—3, Б—1, В—4, Г—2
Анализы	Проблемы												
А. Регрессионный анализ	1. Определение связи между уровнем озоновой дыры и выбросами фреонов												
Б. Корреляционный анализ	2. Классификация регионов по уровню воздействия человеческого фактора на окружающую среду												
В. Временной ряд	3. Предсказание уровня загрязнённости водоёма в зависимости от объёма стоков промышленности												
Г. Кластерный анализ	4. Прогноз изменения численности редких видов животных в ближайшие годы												
9.	5	9. Прочитайте текст и запишите развернутый	Для анализа связи между										

		обоснованный ответ. Специалисты-экологи провели исследование, направленное на оценку состояния растительного покрова в урбанизированных зонах города. Было собрано большое количество данных, включая плотность зелёных насаждений, видовой состав растений, а также информацию о числе заболевших респираторными заболеваниями среди местного населения. Специалисты хотят выявить связь между состоянием растительности и частотой заболеваемости горожан. Какие статистические методы можно использовать для анализа этой связи? Объясните обоснованность вашего выбора.	состоянием растительности и частотой заболеваний городского населения можно использовать следующие методы: 1. Корреляционный анализ. Позволяет выявить наличие и силу линейной связи между плотностью зеленых насаждений и уровнем заболевания. Корреляционный анализ покажет общую картину зависимости. 2. Множественная регрессия. Помогает определить, насколько именно зеленое покрытие влияет на заболеваемость, учитывая другие возможные факторы (возраст, социально-экономическое положение и т.д.). Регрессия уточнит роль зелени отдельно от прочих факторов.
10.	5	10. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Исследователи собрали большой массив данных о количестве выбросов CO₂ предприятиями региона и хотят изучить влияние этого фактора на здоровье местных жителей. Помимо данных о выбросах, имеются сведения о заболеваемости раком лёгких, возрасте пациентов и продолжительности жизни. Какие методы статистического анализа помогут выявить причинно-следственную связь между выбросами и заболеваемостью?	Рекомендуемые методы анализа: 1. Простая линейная регрессия. Используется для простоты интерпретации связи между одним фактором (выбросы CO₂) и показателем здоровья (заболеваемость). 2. Многомерная регрессия. Позволяет дополнительно включить дополнительные факторы (возраст, продолжительность жизни), повышая надёжность вывода о вкладе выбросов в развитие болезни. Выбор обусловлен необходимостью учёта возможного смешанного влияния возраста и образа жизни на риск заболевания.
11.	3	11. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Метод оценки доли поясняет долю объяснения изменения зависимой переменной факторами независимой переменной в модели. Это называется... А. Коэффициентом детерминации (R^2)	А. Коэффициентом детерминации (R^2) Коэффициент детерминации (R^2) показывает, какая доля вариаций зависимой переменной объясняется моделью, включающей независимые переменные.
12.	3	12. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Специалист-эколог хочет сравнить качество почв в районах с разным уровнем индустриального развития. Какой статистический метод подойдет для проверки однородности групп? А. Критерий Краскела-Уоллиса В. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) С. Проверка независимости Пирсона Д. Коэффициент корреляции Спирмена	В. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) проверяет равенство средних значений между несколькими группами и позволяет сравнивать качество почв в различных условиях индустриального развития.
13.	3	13. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Чтобы проверить гипотезу о наличии сезонных	А. Анализ Фурье Анализ Фурье используется для выявления периодических

		колебаний урожайности сельскохозяйственной культуры, какой метод анализа предпочтителен? А. Анализ Фурье В. Факторный анализ С. Матрица корреляций D. Метод наименьших квадратов	компонентов сигнала, таких как сезонные колебания урожайности.
14.	4	14. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какой показатель лучше всего подходит для определения изменчивости биоразнообразия экосистемы? А. Стандартная ошибка среднего числа видов В. Энтропийный индекс Шеннона С. Межквартильный размах количества особей вида D. Ранговый коэффициент Спирмена	А. Стандартная ошибка среднего числа видов С. Межквартильный размах количества особей вида Измерять изменчивость биоразнообразия эффективно стандартной ошибкой среднего числа видов и межквартильным размахом численности представителей разных видов. Энтропийный индекс Шеннона измеряет разнообразие сообществ качественно, а ранговый коэффициент Спирмена используется для исследования связей между показателями.
15.	4	15. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Что используют для изучения влияния климатических факторов на численность популяции животных? А. Простая линейная регрессия В. Метод главных компонент С. Факторный анализ D. Корреляционный анализ	А. Простая линейная регрессия D. Корреляционный анализ Связь климата и численности популяций удобно изучать методом простой линейной регрессии, показывающей влияние отдельных климатологических показателей на изменение численности, и корреляционным анализом, определяющим степень взаимосвязи климатических условий и демографических характеристик животного сообщества.
16.	4	16. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Методы какого типа позволяют определить причины ухудшения качества почвы сельскохозяйственного участка? А. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) В. Т-тест для зависимых выборок С. Многомерный дискриминантный анализ D. Канонический корреляционный анализ	А. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) С. Многомерный дискриминантный анализ Чтобы выяснить факторы, влияющие на ухудшение почвенного плодородия, полезны такие методы, как однофакторный дисперсионный анализ (для нескольких уровней одного фактора) и многомерный дискриминантный анализ (если предполагается множественность возможных причин).
17.	2	17. Прочитайте текст и запишите правильный порядок этапов оценки стабильности экосистемного показателя (например, уровень биоразнообразия): А. Преобразование данных в стационарный временной ряд В. Интерпретация результатов С. Оценка стабильности системы с применением авторегрессивных моделей D. Сбор долгосрочных данных Е. Определение характера трендов и колебательных процессов	Правильная последовательность: $D \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow B$

18.	1	18. Прочитайте текст и установите соответствие между статистическими методами и задачами экологического мониторинга: <table><tr><th>Методы</th><th>Задачи</th></tr><tr><td>А. Анализ главных компонент</td><td>1. Определение зависимости между содержанием углекислого газа и скоростью таяния ледников</td></tr><tr><td>Б. Дисперсионный анализ (ANOVA)</td><td>2. Объединение районов по схожести ландшафтных и экологических характеристик</td></tr><tr><td>В. Кластеризация</td><td>3. Упрощение множества переменных для выявления основных факторов загрязнения</td></tr><tr><td>Г. Регрессия</td><td>4. Сравнение средних значений концентрации тяжёлых металлов в почве разных регионов</td></tr></table>	Методы	Задачи	А. Анализ главных компонент	1. Определение зависимости между содержанием углекислого газа и скоростью таяния ледников	Б. Дисперсионный анализ (ANOVA)	2. Объединение районов по схожести ландшафтных и экологических характеристик	В. Кластеризация	3. Упрощение множества переменных для выявления основных факторов загрязнения	Г. Регрессия	4. Сравнение средних значений концентрации тяжёлых металлов в почве разных регионов	Правильное соответствие: А—3, Б—4, В—2, Г—1
Методы	Задачи												
А. Анализ главных компонент	1. Определение зависимости между содержанием углекислого газа и скоростью таяния ледников												
Б. Дисперсионный анализ (ANOVA)	2. Объединение районов по схожести ландшафтных и экологических характеристик												
В. Кластеризация	3. Упрощение множества переменных для выявления основных факторов загрязнения												
Г. Регрессия	4. Сравнение средних значений концентрации тяжёлых металлов в почве разных регионов												
19.	5	19. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В рамках проекта мониторинга экологического состояния городской среды были собраны данные о потреблении электроэнергии жителями домов, расположенными вдоль крупных магистралей, и расстоянии от дорог. Учёные предполагают, что шумовое загрязнение влияет на потребление энергии жильцами (из-за желания изолироваться от внешнего шума). Какие методы позволят проверить эту гипотезу? Назовите достоинства предложенных вами методов.	Для проверки гипотезы о влиянии шумового загрязнения на потребление электроэнергии можно использовать: 1. Корреляционный анализ. Для быстрого выявления возможной связи между расстояниями от дороги и энергопотреблением жильцов. Достоинством корреляционного анализа является простота реализации и быстрое получение первичной информации о наличии зависимости. 2. Простая линейная регрессия. Будет использоваться для количественной оценки степени влияния расстояния от магистрали на расход электричества. Регрессия, позволяет количественно оценить эту зависимость и проверить гипотезу.										
20.	5	20. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Экологи собираются изучить влияние загрязнения водной среды нефтепродуктами на морскую фауну в прибрежных территориях Каспийского моря. Были проведены замеры уровня углеводов в морской воде и собраны данные о численности морских организмов, зафиксирована динамика гибели промысловых видов. Какие статистические методы помогут определить связь между загрязнением нефтью и гибелью морских существ? Объясните обоснованность вашего выбора.	Рекомендуется использовать следующие методы: 1. Корреляционный анализ. Для первичного выявления наличия связи между загрязнением и изменениями в численности морских видов. 2. Линейная регрессия. Позволяет количественно оценить, насколько именно загрязнение нефти оказывает влияние на сокращение численности морских организмов. Применение обоих методов позволит вначале установить наличие зависимости, а затем детально разобраться в её механизме.										
21.	3	21. Прочитайте текст, выберите правильный вариант	А. Дисперсионный анализ										

		ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Анализируя устойчивость популяции определенного вида птиц, ученые обнаружили высокую разницу в размере тела особей между различными географическими областями. Какой статистический метод использовали исследователи для проверки различия размеров? А. Дисперсионный анализ (ANOVA) В. Анализ временных рядов С. K-means кластеризация D. Количественная стандартизация	(ANOVA) Дисперсионный анализ (ANOVA) использовался для проверки гипотезы о том, что размер тела птиц зависит от географического расположения.
22.	3	22. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Исследование показало, что уровни шума в городе сильно зависят от интенсивности движения транспорта. Какой метод анализа мог бы продемонстрировать прямую зависимость между этими двумя переменными? А. Корреляционный анализ В. Регрессионный анализ С. Аналитическое ранжирование D. Описательная статистика	В. Регрессионный анализ Регрессионный анализ — это лучший метод для точной оценки и прогнозирования зависимости между уровнем шума и интенсивностью трафика, так как он позволяет создать модель, наглядно иллюстрирующую отношение между переменными и делает возможным предсказание одного параметра на основании другого.
23.	3	23. Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите развернутый обоснованный ответ. Показатель, используемый для оценки центрального значения совокупности измерений уровня кислотности (рН) в образцах воды, является... А. Квантиль В. Дисперсия С. Асимметрия D. Среднее арифметическое	D. Среднее арифметическое Среднее арифметическое используется для нахождения центрального значения в наборе данных, таким образом помогая охарактеризовать средний уровень кислотности образцов воды. Дисперсия и асимметрия характеризуют разброс и форму распределения соответственно, квантили же выделяют границы подмножества данных.
24.	4	24. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какие методы позволяют установить достоверность разницы в среднем содержании тяжелых металлов в почве лесных массивов, расположенных рядом с промышленными зонами и вдали от них? А. Двухвыборочный t-тест Стьюдента В. Анализ главных компонент С. Нелинейная регрессия D. Критерий Манна–Уитни	А. Двухвыборочный t-тест Стьюдента D. Критерий Манна–Уитни Различия в уровнях загрязнения тяжелыми металлами оцениваются посредством двухвыборочного t-теста Стьюдента (при нормальном распределении данных) либо критерием Манна–Уитни (если данные отличаются от нормального распределения). Другие упомянутые методы здесь менее информативны.
25.	4	25. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какой критерий важен при оценке динамики изменения площадей лесов региона за последние десятилетия? А. Автоматический индекс автокорреляции В. Ранговый коэффициент Кендалла С. Абсолютный прирост площади леса D. Р-значение критической точки тренда	А. Автоматический индекс автокорреляции С. Абсолютный прирост площади леса Оценка динамики лесного покрова возможна с использованием индекса автокорреляции (для обнаружения закономерностей во временном ряду) и абсолютного прироста площади лесонасаждений (отражающего фактическое увеличение/уменьшение лесной

			территории). Ранговый коэффициент Кендалла служит для измерения степени упорядоченности парных наблюдений, а р-значение определяет значимость полученных выводов в рамках конкретной статистики.										
26.	4	26. Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Какие подходы помогут экологическим службам оценить динамику процесса деградации земель? А. Мониторинг геохимических свойств грунта (рН, органика, тяжелые металлы) В. Применение спектрального анализа спутниковых снимков С. Оценка экономической выгоды сохранения территорий в неизменном виде Д. Расчет рентабельности сельскохозяйственных работ на деградированных участках земли	А. Мониторинг геохимических свойств грунта (рН, органика, тяжелые металлы) В. Применение спектрального анализа спутниковых снимков Оценивать процесс деградации земли лучше всего через мониторинг химического состава почвы и использование дистанционного зондирования (спектральный анализ спутников). Экономическая оценка выгоды сохранения или освоения участков полезна в стратегическом планировании, однако не раскрывает механизмов самой деградации.										
27.	2	27. Прочитайте текст и запишите этапы анализа временного ряда уровня загрязнения водоёма в правильном порядке: А. Выбор подходящего метода сглаживания В. Сбор данных о загрязнении С. Прогнозирование будущих значений Д. Предварительный анализ данных Е. Интерпретация результатов	Правильная последовательность: В → Д → А → С → Е										
28.	1	28. Прочитайте текст и установите соответствие между методами анализа и практическими вопросами экологии и охраны природы: <table><tr><th>Методы</th><th>Практические вопросы</th></tr><tr><td>А. Анализ мощности (power analysis)</td><td>1. Как отслеживать стабильность уровня загрязнённости почвы в реальном времени?</td></tr><tr><td>Б. Репрезентативный отбор (sampling)</td><td>2. Какова важность разных переменных в определении успешности адаптации редкого вида растений к новым условиям среды?</td></tr><tr><td>В. Карта контроля качества (control chart)</td><td>3. Как правильно организовать взятие проб воды, чтобы учесть особенности всех зон водоёма?</td></tr><tr><td>Г. Случайный лес (random forest)</td><td>4. Сколько образцов надо взять, чтобы обнаружить минимальные различия в составе микрофлоры водоёма?</td></tr></table>	Методы	Практические вопросы	А. Анализ мощности (power analysis)	1. Как отслеживать стабильность уровня загрязнённости почвы в реальном времени?	Б. Репрезентативный отбор (sampling)	2. Какова важность разных переменных в определении успешности адаптации редкого вида растений к новым условиям среды?	В. Карта контроля качества (control chart)	3. Как правильно организовать взятие проб воды, чтобы учесть особенности всех зон водоёма?	Г. Случайный лес (random forest)	4. Сколько образцов надо взять, чтобы обнаружить минимальные различия в составе микрофлоры водоёма?	Правильное соответствие: А—4, Б—3, В—1, Г—2
Методы	Практические вопросы												
А. Анализ мощности (power analysis)	1. Как отслеживать стабильность уровня загрязнённости почвы в реальном времени?												
Б. Репрезентативный отбор (sampling)	2. Какова важность разных переменных в определении успешности адаптации редкого вида растений к новым условиям среды?												
В. Карта контроля качества (control chart)	3. Как правильно организовать взятие проб воды, чтобы учесть особенности всех зон водоёма?												
Г. Случайный лес (random forest)	4. Сколько образцов надо взять, чтобы обнаружить минимальные различия в составе микрофлоры водоёма?												
29.	5	29. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Научная группа планирует оценить влияние фрагментации среды обитания на биологическое	В данном исследовании могут оказаться полезными следующие методы: 1. Регрессионный анализ										

		разнообразие мелких млекопитающих в степях Поволжья. Имеются данные о размерах сохранившихся участков естественной среды, видах обитателей и особенностях местной инфраструктуры (дороги, каналы и прочее). Какие методы анализа помогут установить зависимость между фрагментированностью среды и биологическим разнообразием? Объясните обоснованность вашего выбора.	Позволяет установить зависимость между степенью фрагментации среды и богатством видов. 2. Факторный анализ. Может быть использован для упрощения массива данных и выявления доминирующих факторов, связанных с потерей биоразнообразия. Данные методы целесообразны, поскольку регрессия позволяет количественно оценить зависимость, а факторный анализ способствует снижению сложности многомерных данных и выделению ведущих факторов.
30.	5	30. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Экологические службы решили провести масштабное обследование почв в лесах Сибири для выявления тенденций изменения их химического состава за последние 10 лет. Был проведен сбор больших массивов данных, включающий показатели кислотности, содержания гумуса, минеральных солей и тяжелых металлов. Какие статистические методы следует использовать для выявления изменений и выявления основных тенденций? Объясните обоснованность вашего выбора.	Для выявления изменений и тенденций в химическом составе почв можно использовать следующие методы: 1. Анализ временных рядов. Позволяет проследить динамику изменений отдельных показателей (кислотность, минерализация, содержание тяжелых металлов) за указанный период. 2. Корреляционный анализ. Помогает выявить зависимости между отдельными параметрами (например, связью между содержанием тяжелых металлов и уменьшением содержания гумуса). Использование этих методов оправдано тем, что анализ временных рядов позволяет зафиксировать постепенное изменение показателей, а корреляционный анализ поможет глубже понять механизмы взаимодействия факторов.

Экспертное заключение

на фонд оценочных средств учебной дисциплины «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании» для бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленности (профилю) «Экологическая безопасность», разработанный Хижняком С.В., д.б.н., профессором кафедры экологии и природопользования Института агроэкологических технологий ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Представленный фонд оценочных средств по дисциплине «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании» соответствует требованиям ФГОС ВО, а также ОПОП ВО, рабочей программе по дисциплине «Статистические методы обработки данных в экологии и природопользовании», учебному плану по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленности (профилю) «Экологическая безопасность».

Предлагаемые преподавателем формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», а также целям и задачам рабочей программы реализуемой учебной дисциплины.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенных в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленности (профилю) «Экологическая безопасность».

Директор
ООО «ЭКО-Инжиниринг»,
д.т.н.



И.И. Шепелев