

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
2020

Форма обучения
очная

Владивосток 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Статистическая обработка экологических данных» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению(ям) подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (утв. приказом Минобрнауки России от 11.08.2016г. №998) 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 21.04.2023 , протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Иваненко Н.В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1576081941
Номер транзакции	0000000000A0210C
Владелец	Иваненко Н.В.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Иваненко Н.В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1576081941
Номер транзакции	0000000000A02115
Владелец	Иваненко Н.В.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

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.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, навыки, соотнесенные с компетенциями, которые формирует дисциплина, и обеспечивающие достижение планируемых результатов по образовательной программе в целом. Перечень компетенций, формируемых в результате изучения дисциплины (модуля), приведен в таблице 1.

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

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код компетенции	Формулировка компетенции	Планируемые результаты обучения	
05.03.06 «Экология и природопользование» (Б-ЭП)	ПК-2	Владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду,	Знания:	методов отбора проб
			Умения:	выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия

		выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	Навыки:	владения методами отбора проб , анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации
	ОПК-2	Владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	Знания: Умения: Навыки:	современных динамических процессов в природе и техносфере самостоятельно анализировать естественно-научную литературу владения методами отбора и анализа первичных данных

3. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Статистическая обработка экологических данных» относится к дисциплинам по выбору учебного плана направления подготовки 05.03.06 "Экология и природопользование", профиля «Экологическая безопасность».

Входными требованиями, необходимыми для освоения дисциплины, является наличие у обучающихся компетенций, сформированных при изучении дисциплин и/или прохождении практик «Биология модуль 1», «Биология модуль 2», «Физика», «Химия модуль 1», «Химия модуль 2».

4. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины 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	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттес-тации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
05.03.06 Экология и природопользование	ОФО	Бл1.ДВ.И	3	3	55	18	36	0	1	0	53	3

5. Структура и содержание дисциплины (модуля)

5.1 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	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
		Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Общие вопросы применения количественных методов в биологии и экологии	5	8	0	20	разбор практических задач, проведение собеседования
2	Приемы первичной статистической обработки данных.	4	8	0	15	разбор практических задач
3	Законы распределения биологических и экологических переменных	4	8	0	6	разбор практических задач, проведение собеседования
4	Статистические оценки генеральных параметров, или насколько точно данные выборки соответствуют реальности. Моделирование эксперимента.	5	12	0	12	разбор практических задач, проведение собеседования
Итого по таблице		18	36	0	53	

5.2 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.

6. Методические указания по организации изучения дисциплины (модуля)

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.
- 134
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.

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.

7. 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 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.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Кердяшов, Н.Н. Математические методы в биологии / Н.Н. Кердяшов .— Пенза : РИО ПГАУ, 2017 .— 192 с. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/579006> (дата обращения: 18.01.2024)
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: 18.01.2024)
3. Федорова, Н. П. Статистика. Общая теория статистики : учебное пособие / Н. П. Федорова, З. А. Миронова. — Ижевск : УдГАУ, 2019. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158625> (дата обращения: 22.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Дополнительная литература

1. Абрамова Н.В. — Генетика и биометрия: сборник заданий для самостоятельной работы : Учебно-методические пособия [Электронный ресурс] : Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина , 2018 - 77 - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118814>
2. 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)

8.3 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. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) URL: <https://rpn.gov.ru/>
3. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
4. Электронно-библиотечная система "РУКОНТ"
5. Электронно-библиотечная система издательства "Лань" - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
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.prilib.ru/>

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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

Основное оборудование:

- Проектор
- Набор буров почвенных Эдельмана с эргономичной рукоятью и стержнем
- Стол для весов ЛАБ-PROCB60-Г
- Стол островной химич.ЛАБ-1200ОТМ
- Стол-мойка ЛАБ-800 МО
- Шкаф вытяжной ЛАБ-1500ШВФ

Программное обеспечение:

- Microsoft SharePoint Server 2010

10. Словарь основных терминов

Вариационный ряд - совокупность значений варьирующего признака и соответствующих им численностей единиц совокупности.

Частота варианта есть число, показывающее, сколько раз встречается вариант в ряде наблюдений.

Накопленная частота показывает, сколько наблюдалось элементов со значением признака меньшим или равным данному варианту.

Медианой – это значение признака, который делит ранжированный ряд наблюдений на две равные по объему группы (или значение признака, приходящееся на середину ранжированного ряда наблюдений).

Модой называется такое значение признака, которое наблюдалось наибольшее число раз.

Вариационный размах является показателем вариации, равным разности между экстремальными значениями вариационного ряда.

Дисперсией называется средняя арифметическая квадратов отклонений от их средней арифметической.

Коэффициентом асимметрии называется отношение центрального момента третьего порядка к кубу среднего квадратического отклонения.

Экцессом или коэффициентом крутости называется уменьшенное на 3 единицы отношение центрального момента четвертого порядка к четвертой степени среднего квадратического отклонения.

Начальным моментом порядка q является средняя арифметическая q -х степеней вариантов.

Центральным моментом порядка q называется средняя арифметическая q -х степеней отклонений вариантов от их средней арифметической.

Коэффициент корреляции - мера зависимости двух величин или мера взаимной согласованности в изменчивости двух или нескольких признаков, явлений.

Коэффициент детерминации - доля общего разброса данных (относительно выборочного среднего), которую объясняет построенная регрессионная прямая.

Дискретная вариация – это вариация, при которой отдельные значения признака отличаются друг от друга на некоторое конечное, обычно целое число.

Непрерывная вариация – это вариация, при которой значения признака могут отличаться одно от другого сколько угодно мало.

Среднее линейное отклонение – есть средняя арифметическая абсолютных величин отклонений вариантов от их средней арифметической.

Средним квадратическим отклонением является арифметическое значение корня квадратного из дисперсии.

Случайной называется **величина** которая принимает в результате испытания то или иное возможное значение, заранее неизвестное, меняющееся от испытания к испытанию и зависящее от случайных обстоятельств.

Законом распределения случайной величины называется всякое соответствие между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями.

Корреляционный анализ – анализ для установления степени связи между двумя или бо?льшим числом стохастических переменных, а также для определения степени стохастической зависимости, существующей между ними.

Регрессионный анализ изучает зависимость случайной зависимой переменной от одной или нескольких независимых переменных.

Дисперсионный анализ - способ качественного и количественного изучения влияния одной или нескольких переменных на результаты эксперимента.

Дискриминантный анализ дает возможность на основе измерения различных характеристик объекта классифицировать его, т.е. отнести к одной из нескольких групп некоторым оптимальным способом.

Кластерный анализ - позволяет объединить в однородные группы различные признаки с помощью некоторой метрики.

Кластер – это группа объектов, обладающая свойством плотности (плотность объектов внутри кластера выше, чем вне его), дисперсией, отделимостью от других кластеров, формой, размером.

Кумулятивная кривая - это кривая накопленных частот или частостей.

Факторный анализ - выявление действия различных факторов и их комбинаций на величину результативного признака.

Анализ главных компонент позволяет перейти от описания некоторого множества изучаемых объектов, заданных большим числом косвенно измеряемых признаков, к описанию меньшим числом максимально информативных переменных, отражающих наиболее информативные свойства явления.

Уровень значимости представляет собой вероятность допустить ошибку первого рода.

Отклонением или остатком является разница между наблюдаемыми значениями и предсказанными.