

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра экологии и зоологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«19» мая 2023 г.

Рабочая программа
«Математические методы в экологии»

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
«Экология»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
протокол № 7 от «14» апреля 2023 года

Программа одобрена
НМК факультета биологии и экологии
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математические методы в экологии» являются: обучение студентов применению современных методов обработки и анализа экологических данных, основанных на использовании математической статистики и вычислительной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Математические методы в экологии» относится к вариативной части Б1, дисциплинам по выбору.

Для освоения материала необходимо знание преподававшихся ранее математики, информатики, биологии и дисциплин модуля «Основы экологии». Дисциплина служит одной из методических основ выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1	владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию	Знать: – теоретические основы стандартных статистических методов обработки экологических данных и их условия корректного применения. Уметь: – оценивать статистическую значимость полученных результатов. Владеть навыками: – математической обработки экологических данных с использованием средств вычислительной техники и современных пакетов программ.
ОПК-2	владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии, и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании; методами химического	Знать: – методы количественной оценки биологического разнообразия, метод индексов. Уметь: – рассчитывать

	<p>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</p>	<p>статистические характеристики выборочной совокупности.</p> <p>Владеть навыками: – расчета индексов биологического разнообразия с использованием современных пакетов программ.</p>
Профессиональные компетенции		
ПК-2	<p>владением 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, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия</p>	<p>Знать: – статистические принципы корректного отбора выборок (проб) из генеральной совокупности.</p> <p>Уметь: – обрабатывать, анализировать и синтезировать производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию методами построения статистических графиков.</p> <p>Владеть навыками: – обработки и анализа экологической информации методами корреляционного и дисперсионного анализов.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа	

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение в предмет: задачи и значение биостатистики для экологических исследований. Основные понятия биометрии. Статистическая обработка первичных данных.	5	2		1			3	устный опрос № 1
2	Выборочный метод исследования. Статистические характеристики выборочной совокупности.	5	2		2			8	устный опрос № 2
3	Понятие вероятности события. Распределение вероятностей. Законы распределения (нормальная кривая)	5	2		2			8	устный опрос № 3
4	Статистическое оценивание генеральных параметров. Понятие стандартной ошибки и доверительного интервала.	5	2		2			8	устный опрос № 4
5	Критерии достоверности статистических оценок. Общие понятия.	5	2		2			8	устный опрос № 5
6	Проверка нормальности распределения признаков и параметрические критерии различий	5	2		2	1		8	устный опрос № 6
7	Непараметрические критерии достоверности. Метод индексов. Основы кластерного анализа.	5	2		2	1		8	устный опрос № 7
8	Дисперсионный анализ.	5	2		2	2		8	устный опрос № 8
9	Корреляционно-регрессионный анализ.	5	2		3	3		8	устный опрос № 9, самостоятельная работа № 1
	Всего за семестр		18		18	7		65	
	Промежуточная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен

	ВСЕГО		18		18	9	0,5	82,5		144
--	--------------	--	-----------	--	-----------	----------	------------	-------------	--	------------

Содержание разделов дисциплины:

1. Основные понятия биометрии. Статистическая обработка первичных данных.

Роль статистических методов в биологии. Основные понятия биометрии (статистическая совокупность, единица наблюдения, признак, варьирование признаков и их причины). Ошибки измерений. Типы биологических данных: качественные, количественный (счетные и мерные). Статистические ряды: ранжированные, вариационные, временные, эмпирические ряды регрессии. Графический анализ: вариационная кривая, гистограмма распределения, графики динамики, точечные диаграммы.

2. Выборочный метод исследования. Статистические характеристики выборочной совокупности.

Выборочный и сплошной методы исследования, преимущества и недостатки. Понятие генеральной совокупности и выборки, примеры. Репрезентативность выборок. Способы взятия выборок из генеральной совокупности. Степенные и структурные средние величины, формулы расчета и значение при обработке биологических данных. Показатели вариации, формулы расчета и значение при обработке биологических данных.

3. Понятие вероятности события. Распределение вероятностей. Законы распределения (нормальная кривая).

Понятие вероятности. Априорная и апостериорная вероятность, примеры. Закон нормального распределения признаков, параметры нормального распределения. Правило 3-х сигм, его практическое применение. Эмпирическое и теоретическое распределение признаков. Понятие асимметрии и эксцесса эмпирического распределения. Биномиальное распределение. Другие типы теоретических распределений.

4. Статистическое оценивание генеральных параметров. Понятие стандартной ошибки и доверительного интервала.

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

5. Критерии достоверности статистических оценок. Общие понятия.

Основные задачи, решаемые при статистических сравнениях. Понятие достоверности выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности. Понятие уровня значимости применительно к критериям достоверности. Классификации критериев достоверности. Преимущества и недостатки параметрических и непараметрических критериев достоверности.

6. Проверка нормальности распределения признаков и параметрические критерии различий.

Способы проверки нормальности эмпирического распределения признака. Критерии согласия (нормальности), условия их применимости. Параметрические критерии различий: t-критерий Стьюдента и F-критерий Фишера. Область использования, формулы расчета, условия применимости.

7. Непараметрические критерии достоверности.

Критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона, критерий знаков и критерий серий Вальда-Вольфовица. Область использования, условия применимости. Метод индексов в экологии. Основы кластерного анализа.

8. Дисперсионный анализ.

Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в дисперсионном анализе. Основные этапы дисперсионного анализа. Виды дисперсионного анализа. Условия применимости классического параметрического дисперсионного анализа. Непараметрический дисперсионный анализ.

9. Корреляционно-регрессионный анализ.

Понятия функциональная связь и корреляция, примеры. Основные этапы корреляционного анализа. Значение коэффициента корреляции, виды, градация, условия применимости. Понятие коэффициента детерминации. Определение достоверности коэффициента корреляции. Корреляция и причинно-следственная зависимость. Понятие ложной и частной корреляции. Понятие о регрессии. Сущность регрессионного анализа и область его применения. Основные этапы регрессионного анализа. Виды регрессионных связей, уравнения, графические модели регрессии. Определение достоверности параметров регрессионного уравнения и адекватности уравнения регрессии. Регрессия и выбросы. Регрессия и неоднородность выборки. Анализ временных рядов, основные этапы. Множественная регрессия, сущность, уравнение. Методы пошаговой регрессии.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

- База данных «Курс лекций по биометрии» – свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013621359 (автор С.И. Сиделев). URL: http://book.uniyar.ac.ru/book/kurs_lectsiy_po_biometriid9312013/
- - AtteStat for Excel (бесплатно для учебных заведений)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Сиделев С.И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2012.

б) дополнительная литература

1. Тихонов С.В. Практические занятия по математическим методам в биологии и экологии: учебное пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2003.
2. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учебное пособие. М.: Академия, 2004.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. «Электронная библиотека Юрайт» - www.biblio-online.ru;
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).
5. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект, издательства «ЛАНЬ»; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, Американского химического общества Core Package Web Edition (American Chemical Society – ACS) и др.) http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php
6. Образовательный математический сайт www.exponenta.ru.
7. Портал знаний www.statistica.ru.
8. Сайт биостатистики в медицине и биологии «Биометрика» www.biometrica.tomsk.ru.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

- учебные аудитории для проведения лабораторных работ (Компьютерный класс);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, -
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; -
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации.

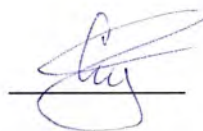
Для проведения занятий лабораторного типа используется компьютерный класс, проектор Epson EB-X39, проектор Epson EB-X41 в комплекте, ПК C2D-E8400 iG31/2048MbDDRII/160G SATA/+мон-р 19" TFTSams, Курс лекций по биометрии.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

доцент кафедры экологии и зоологии, к.б.н.



С.И. Сиделев

Приложение №1
к рабочей программе дисциплины
«Математические методы в экологии»

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций

1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации

Вопросы к устному опросу № 1

Для подготовки к опросу рекомендуется проработать статью Сиделев С.И. Зубишина А.А. О задачах, проблемах и методике преподавания дисциплины «Математические методы в биологии и экологии» студентам Ярославского государственного университета Современные проблемы биологии, экологии, химии: материалы международной научно-практической конференции. – Ярославль: ЯрГУ, 2011.

1. Дайте определения основным понятиям биометрии (статистическая совокупность, единица наблюдения, признак, варьирование).
2. Каковы причины варьирования биологических признаков?
3. Классификация биологических признаков при статистической обработке данных.
4. Что такое ошибки измерений? Их классификация. Примеры.
5. Расскажите о схеме получения первичных данных и этапах обработки первичной информации об объекте исследования.
6. Какие существуют типы статистических рядов? Их значение и примеры.
7. Графики статистических рядов.

Вопросы к устному опросу № 2

1. Расшифруйте понятия генеральной и выборочной совокупностей. Чем отличается сплошное исследование от частичного?, их преимущества и недостатки, примеры из биологии.
2. От чего зависят объемы генеральной совокупности и выборки?
3. Основная задача выборочного метода исследования?
4. Что такое репрезентативность выборки?
5. Что такое рандомизация? Применение в выборочных исследованиях в биологии.
6. Какие существуют способы взятия выборок из генеральной совокупности. Их применение в биологических исследованиях, примеры.
7. Что такое повторный и бесповторный отборы?
8. Чем простой случайный отбор отличается от серийного, типического и механического? Примеры из биологии.

9. Средние значения признака. Их значение при математической обработке материала.
10. Чем степенные средние отличаются от структурных средних величин? Формулы расчета, области применения.
11. Какими показателями вариации пользуются биологи для характеристики особенностей варьирования признаков? Их недостатки и преимущества, формулы расчета.

Вопросы к устному опросу № 3

1. Понятие случайного события и классическое определение вероятности. Примеры.
2. Какие события называются достоверными, практически достоверными, мало достоверными и невозможными? Примеры.
3. Понятие априорной и апостериорной вероятности. С какими вероятностями чаще имеют дело биологи? Почему? Примеры.
4. Что такое кривая распределения вероятностей и ряд распределения вероятностей?
5. Понятие статистическая вероятность.
6. Что такое закон распределения? Какими способами можно выразить законы распределения. На какие типы подразделяются законы распределения. Что такое эмпирическая и теоретическая кривые распределения.
7. Закон нормального распределения: формулировка, графическая визуализация, значение при математической обработке данных.
8. Каковы основные свойства нормального распределения признаков?
9. Сформулируйте правило 3-х сигм. Его практическое применение.
10. Понятие асимметрии и эксцесса эмпирического распределения признака, их виды, значение в биологии, причины возникновения.

Вопросы к устному опросу № 4

1. Понятие статистического оценивания. Что оцениваем и для чего?
2. Что такое выборочные характеристики и генеральные параметры? Определение и примеры.
3. Чем точечные оценки отличаются от интервальных? Примеры.
4. Понятие стандартной ошибки среднего: причины возникновения, формула расчета, связь с объемом выборки и степенью вариации признака.
5. Понятие доверительного интервала. Что такое доверительная вероятность и уровень значимости?
6. Биологическая интерпретация доверительного интервала, типы интервалов, ограничения применения, формулы расчета.
7. В чем заключается проблема выбора доверительного интервала?

Вопросы к устному опросу № 5

1. Каковы основные задачи, решаемые методами статистических сравнений?
2. Понятие достоверности выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности.
3. Что означает выборочная разность является достоверной и выборочная разность является недостоверной?
4. Алгоритм проверки истинности статистических гипотез критериями достоверности.
5. Понятие уровня значимости применительно к критериям достоверности.

6. Классификации критериев достоверности: по типу сравниваемых выборок, по параметрам сравнения, по способу расчета критериев.
7. Преимущества и недостатки параметрических и непараметрических критериев достоверности.

Вопросы к устному опросу № 6

1. Какие существуют способы проверки нормальности распределения признака? Зачем перед применением статистических методов проводить данную процедуру?
2. Какую статистическую задачу решают критерии нормальности (согласия)? Критерий хи-квадрат Пирсона: формулировка статгипотез, формула расчета, условия применимости.
3. Критерий Колмогорова-Смирнова: формулировка статгипотез, формула расчета, условия применимости.
4. Критерий Шапиро-Уилка: формулировка статгипотез, формула расчета, условия применимости.
5. В чем суть метода нормализующих преобразований?
6. Параметрические критерии различий: задачи, решаемые данными критериями, понятие зависимой и независимой выборки.
7. В каких случаях следует применять t-критерий Стьюдента? Формула расчета, формулировка статгипотез, модификации критерия, условия применимости.
8. F-критерий Фишера: формула расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.

Вопросы к устному опросу № 7

1. Расскажите о классификации непараметрических критериев. Приведите примеры ранговых критериев различия.
2. Критерий Манна-Уитни: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
3. T-критерий Вилкоксона: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
4. Критерий серий Вальда-Вольфовица: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
5. Критерий знаков: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости, отличия от T-критерий Вилкоксона.
6. Что такое браковка выбросов и какие критерии их исключения из выборки Вы знаете?
7. Расчет индекса Шеннона. Индексы монодоминирования. Кластерный анализ.

Вопросы к устному опросу № 8

1. Какие исследовательские задачи в биологии можно решать методами дисперсионного анализа?
2. Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в дисперсионном анализе.
3. Перечислите основные этапы дисперсионного анализа. Расшифруйте последовательность действий на каждом этапе анализа?
4. Какие существуют виды дисперсионного анализа?

5. Условия применимости классического дисперсионного анализа. Что делать, если ограничения метода не выполняются?
6. Непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса и Фридмана.
7. В чем заключается проблема множественных сравнений? Какие Вы знаете критерии множественных сравнений, особенности их использования.
8. Особенности двухфакторного и многофакторного дисперсионного анализа: требования к его проведению, схемы анализа без повторений и с повторениями, на какие компоненты разлагается общая дисперсия дисперсионного комплекса?

Вопросы к устному опросу № 9

1. Что такое функциональная и корреляционная связи? Приведите примеры.
2. Основные этапы корреляционного анализа: как сделать эмпирический ряд регрессии, определить графически наличие связи.
3. Основные этапы корреляционного анализа: как определить направление связи, какое оно бывает, примеры из биологии.
4. Основные этапы корреляционного анализа: как определить форму связи, какая она бывает, примеры из биологии.
5. Основные этапы корреляционного анализа: как определить силу связи, расчет коэффициента корреляции. Их виды, формулы расчета. Условия применимости параметрического коэффициента корреляции Пирсона.
6. В каких случаях следует применять непараметрический коэффициент корреляции рангов Спирмена?
7. Что показывает знак при коэффициенте корреляции, в каких пределах могут изменяться коэффициенты корреляции, градация их значений, определяющая силу связи между признаками.
8. Понятие коэффициента детерминации, способ определения, биологический смысл.
9. Определение достоверности коэффициента корреляции. Корреляция и причинно-следственная зависимость.
10. Что такое ложной и частной корреляции. Область применения в биологии.
11. Понятие о регрессии. Суть регрессионного анализа и область его применения.
12. Перечислите основные этапы регрессионного анализа.
13. Опишите виды регрессионных связей, их уравнения, расшифруйте геометрический смысл параметров линейного уравнения регрессии.
14. Зачем и как нужно определять достоверность параметров регрессионного уравнения и адекватность уравнения регрессии.
15. Почему важно учитывать выбросы и неоднородность выборки при проведении регрессионного анализа?
16. В чем заключается анализ временных рядов? Основные этапы.
17. Что такое множественная регрессия? Общее уравнение, примеры использования в биологии.
18. Методы пошаговой регрессии: чем метод включения отличается от метода исключения, примеры применения в биологии.

Самостоятельная работа № 1

Используя ниже приведенные публикации, оцените с использованием программы Statistica статистическую значимость полученных в этих работах коэффициентов корреляции и предсказательные возможности (остатки) регрессионной модели

1) Сиделев С.И., Бабаназарова О.В. Корреляционные взаимосвязи показателей обилия фитопланктона в озере Неро с факторами водной среды. Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов: материалы всероссийской научно-практической конференции. – Ярославль: ЯрГУ, 2006.

2) Сиделев С.И., Бабаназарова О.В. Анализ связей пигментных и структурных характеристик фитопланктона высокоэвтрофного озера. Журнал Сибирского Федерального Университета. Биология. – 2008. – № 2.

3) Сиделев С.И., Бабаназарова О.В., Зубишина А.А., Шершнева А.В., Русинова Н.В., Кутузова В.Ю. Изучение зависимости содержания микроцистинов от уровня обилия токсигенных цианобактерий в водоемах Верхней Волги: регрессионная модель Биология – наука XXI века: тез. докл. 18-ой международной Пущинской школы-конференции молодых ученых. – Пущино, 2014.

Правила выставления оценки по результатам устного опроса

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

Правила выставления оценки за самостоятельную работу

- *Отлично* выставляется за правильное решение всех 3 примеров

- *Хорошо* выставляется за правильное решение 2 из 3 примеров

- *Удовлетворительно* выставляется за правильное решение 1 из 3 примеров

- *Неудовлетворительно* за неправильное решение или не решение всех 3 примеров

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к теоретической части экзамена:

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.

Примерный список заданий к практической части экзамена:

Билет 1.

1. Количество птенцов в гнездах лесной ласточки было следующим:

4 6 6 4 5 5 5 5 5 5 1 4 5 4 5 4 5 5 7 4 6 6 5 6 4 4 5 6 5 5 4 2 6 4 6 2 5 6 5 5 4

Задание: постройте ранжированный ряд значений, вариационный ряд и гистограмму частоты встречаемости признака.

2. Получены следующие данные о плодовитости мышей при облучении рентгеновскими лучами:

Доза	Без облучения (контроль)	Доза 100 рентген	Доза 200 рентген
Число мышат от отдельных самок	10	8	7
	12	10	9
	11	7	6
	10	9	4

Задание: С помощью дисперсионного анализа определите влияет ли облучение на плодовитость мышей?

Билет 2.

1. Был измерен обхват тела (в мм) у густеры озера Швакшта:

80 88 80 62 80 74 85 65 75 94 75 77 90 80 70

Задание: рассчитать среднее значение, дисперсию, стандартное отклонение, стандартную ошибку и 95%-ный доверительный интервал среднего значения обхвата тела.

2. Получены следующие показатели: длина черепа человека (X) и вес головного мозга человека (Y):

X – 155 190 170 165 160 195 180 185 175

Y – 1,3 1,65 1,44 1,38 1,39 1,72 1,5 1,55 1,45

Задание: рассчитать коэффициент корреляции Пирсона, проверить условия применимости, установить достоверность коэффициента корреляции.

Билет 3.

1. Получены данные о длине листьев садовой земляники (в см):

8.2 9.0 7.2 7.5 7.0 7.3 9.1 7.4 8.3 6.9 5.2 5.6 7.1 6.4 8.5 8.1 7.7 7.8 8.0 8.0 9.7
6.0 6.4 6.8 7.1 6.0 6.4 8.0 7.2 7.4

Задание: проверить нормальность распределения признака графическим методом и с помощью критериев нормальности.

2. Получены следующие данные об урожайности пшеницы при разных дозах удобрения:

Доза удобрения	20 кг/га	30 кг/га	40 кг/га
Урожайность культуры (пшеницы) – 3 повторности.	30	40	37
	35	45	36
	34	48	38

Задание: С помощью дисперсионного анализа определите влияет ли на урожайность культуры внесение удобрения?

Билет 4.

1. Получены следующие данные по длине тела плотвы

в озере Швакшта: 143 143 128 130 143 127 145 94 157 120

в озере Галичское: 114 111 110 109 116 111 112 114 117

Задание: рассчитать для каждого озера среднее значение длины тела плотвы, определить для обеих выборок показатели вариации (дисперсию, стандартное отклонение)? Определить в каком из 2-х озер длина тела плотвы варьирует сильнее с помощью показателя вариации?

2. Сравните достоверность различия среднего значения и дисперсии длины тела плотвы в 2-ух озерах (см. пример в задании №1) с помощью параметрических критериев.

Билет 5.

1. Был измерен обхват тела (в мм) у густеры озера Швакшта:

80 88 80 62 80 74 85 65 75 94 75 77 90 80 70 68 75 95 83 75 80 68 88 75 85 86 70 73
78 75

Задание: проверить нормальность распределения признака графическим методом и с помощью критериев нормальности.

2. При изучении влияния различных доз минеральных удобрений (y) на урожай зерновых культур (x) получились следующие результаты:

y – 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

x – 10 13 15 16 19 18 21 23 22 23

Задание: с помощью регрессионного анализа установите теоретическую функцию регрессии, наиболее точно описывающую зависимость урожая от дозы удобрения? Напишите соответствующее уравнение регрессии.

Билет 6

2. Имеются следующие данные о росте (в см) взрослых мужчин:

151 153 164 155 161 164 165 168 167 163 164 162 165

Задание: рассчитать среднее значение, стандартную ошибку, 95%-ный и 99%-ный доверительный интервал среднего значения роста мужчин.

2. Получены данные по весу тела в кг (x) и весу головного мозга в % от веса тела (y) для собак: x – 7,5 12,5 17,5 22,5 27,5 32,5 37,5

y – 1,2 0,85 0,45 0,33 0,28 0,25 0,22

Задание: с помощью регрессионного анализа установите теоретическую функцию регрессии, наиболее точно описывающую связь веса тела и веса головного мозга? Напишите соответствующее уравнение регрессии.

Билет 7.

1. Подсчитано число лепестков у цветков цикория:

20 21 19 17 22 18 19 18 15 20 18 19 18 19 20 17 19 18 20 19 14 17 19 21 20 19 20 23

Задание: постройте ранжированный ряд значений, вариационный ряд и гистограмму частоты встречаемости признака. Определите структурные средние (мода и медиана).

3. Изучали влияние трех видов микроэлементов (M1, M2, M3) и 2-х видов органических добавок (ОД1, ОД2) на жирномолочность коров. Опыты ставили в 3-х повторностях.

	ОД1	ОД2
М1	2.1	3.5
	2.0	4.0
	3.4	3.6
М2	4.0	4.5
	3.2	4.1
	4.1	3.2
М3	3.0	4.5
	2.8	3.5
	2.7	5.0

Задание: проведите двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями и определите достоверность влияния отдельных факторов и их совместного влияния на жирномолочность.

Билет 8.

1. Получены данные по весу тела в кг (x) и весу головного мозга в % от веса тела (y) для собак: x – 7,5 12,5 17,5 22,5 27,5 32,5 37,5 7,0 7,5
y – 1,2 0,85 0,45 0,33 0,28 0,25 0,22 1,3 1,5

Задание: проверьте условия применимости коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена для оценки связи между весом тела и весом головного мозга. Какой из 2-х коэффициентов корреляции следует рассчитывать?

2. Получены данные по частоте пульса у 2-хлетних (А) и 3-хлетних детей (Б):

А – 97 99 108 109 111 112 113 117 118 118 121 123 127

Б – 78 87 90 90 99 100 100 102 103 105 107 107 110

Задание: оцените достоверно ли отличается средняя частота пульса у 2-х и 3-х летних детей с помощью t-критерия Стьюдента.

Билет 9.

1. Был измерен обхват тела (в мм) у густеры озера Швакшта:

80 88 80 62 80 74 85 65 75 94 75 77 90 80 70 68 75 95 83 75 80 68 88 75 85 86 70 73
78 75

Задание: проверить нормальность распределения признака графическим методом и с помощью критериев нормальности.

2. Были получены следующие данные о весе тушканчиков:

Самцы – 186 173 156 153 190 157 156 152 165 179 165 151 182 164 160

Самки - 162 157 155 153 163 162 174 190 190 185 175 180 153

Задание: установите с помощью F-критерия Фишера достоверность различия дисперсии веса самцов и самок, предварительно проверив условия применимости данного критерия.

Билет 10.

1. Изучали влияние облучения на плодовитость мышей (число мышат от 1 самки):

Контроль (без облучения): 10 12 11 10 9 8 10

Облучение (100 рентген): 9 8 8 7 9 6 8

Задание: оцените по t-критерию Стьюдента достоверно ли отличается плодовитость мышей в эксперименте при влиянии облучения

2. Получены следующие данные по концентрации общего азота в озере:

41 41 66 83 45 108 98 325 274 134 83 91 95 118 95 82 108 104 88 108 117

Задание: проверить нормальность распределения переменной графическим методом и с помощью критериев нормальности.

Билет 11.

1. Получены следующие данные по концентрации общего азота в озере:

41 41 66 83 45 108 98 325 274 134 83 91 95 118 95 82 108 104 88 108 117

Задание: рассчитать описательные характеристики: среднее значение, дисперсию, стандартное отклонение, лимиты, стандартную ошибку.

2. Получены данные между количеством настриженной шерсти (y) и живым весом овец (x):

y - 50 55 60 50 65 60 50 55 50 65

x - 4.0 4.2 4.1 4.2 4.5 4.3 4.1 4.4 4.0 4.2

Задание: установите уравнение линейной регрессии y от x. Проверьте достоверность параметров уравнения и адекватность линейной регрессии.

Билет 12.

1. Получены следующие данные по концентрации общего азота в озере:

41 41 66 83 45 108 98 325 274 134 83 91 95 118 95 82 108 104 88 108 117

Задание: определите показатели асимметрии и эксцесса. Объясните какие виды асимметрии и эксцесса наблюдаются?

2. У взрослых мужчин были измерены длина (x) и вес (y) тела:

x- 165 176 175 168 167 172 175 180 179 173

y - 56 75 70 61 61 63 72 80 76 68

Задание: рассчитать коэффициент корреляции Пирсона, установить достоверность коэффициента корреляции.

Билет 13.

1. Скорость кровотока у детей (сек): 4 5 7 8 9 9 9 10 11 11 12 13 14

Задание: рассчитать среднее значение, стандартную ошибку, 95%-ный доверительный интервал средней скорости кровотока.

2. У взрослых мужчин были измерены длина (x) и вес (y) тела:

x- 165 176 175 168 167 172 175 180 179 173

y - 56 75 70 61 61 63 72 80 76 68

Задание: установите уравнение линейной регрессии y от x. Проверьте достоверность параметров уравнения и адекватность линейной регрессии.

Билет 14.

1. Получены данные по длине раковины моллюсков: 4.3 4.7 4.8 4.1 3.9 5.1 5.0

Задание: рассчитать среднее значение, 95%-ный, 99%-ный доверительный интервал для среднего значения длины раковины.

2. Температура тела тушканчиков оказалась следующей:

Самцы- 37.5 37.9 37.4 37.8 36.8 37.8 37.5

Самки- 37.8 38.1 37.0 37.5 37.7 37.8 37.6

Задание: установите с помощью параметрического критерия достоверность различия средней температуры тела самцов и самок.

Билет 15.

1. У овец была измерена длина правого уха: 12 11 11 13 13 10 10 12 13 14 12 16

Задание: рассчитать описательные характеристики: среднее значение, дисперсию, стандартное отклонение, лимиты, стандартную ошибку и 95%-ный доверительный интервал для среднего значения.

2. Скорость кровотока у одних и тех же детей измерялась 2-мя разными методами:

Метод 1 – 5 10 13 9 9 12 7 8

Метод 2 – 8 12 15 9 10 13 11 15

Задание: установите с помощью параметрического критерия достоверность различия средней скорости кровотока, измеренной 2 разными методами у одних и тех же детей.

Билет 16.

2. У овец была измерена длина правого уха:

12 11 11 13 13 10 10 12 13 14 12 16 13 13 14 11 14 12 14 12 12 10 13 12 9

Задание: постройте ранжированный ряд значений, вариационный ряд и гистограмму частоты встречаемости признака.

3. Получены следующие данные о содержании хлорофилла “а” в листьях садовой земляники в разное время суток:

Часы суток	18 ч	21ч	24ч
1 измерение	3,2	1,82	1,67
2 измерение	2,97	1,73	1,26
3 измерение	2,5	1,33	1,56

Задание: С помощью дисперсионного анализа определите влияет ли время суток на содержание хлорофилла?

Билет 17.

1. Изучали живой вес ягнят при рождении (в кг):

3,8 3,7 3,9 4,0 4,0 4,1 4,3 4,3 4,4 2,9 2,9 4,1 5,2 5,3 4,3 4,2 3,6 4,7 3,3 3,3 4,4 4,3 4,2 5,4

Задание: проверить нормальность распределения признака графическим методом и с помощью критериев нормальности.

2. Определяли кровяное давление у 11 людей до принятия кофеина (а) и после принятия кофеина (б):

а- 121 143 115 106 135 157 117 130 135 123 141

б- 126 145 137 116 137 157 126 139 143 129 143

Задание: установите с помощью параметрического критерия достоверность различия среднего значения кровяного давления у людей до и после принятия кофеина.

Билет 18.

1. Было измерено содержание хлорофилла в листьях томата:

2,76 2,78 2,41 2,7 3,22 2,49 1,66

Задание: рассчитать среднее значение и показатели вариации (лимиты, дисперсию, стандартное отклонение).

2. Изучали влияние типа кормления (сухая или влажная пища) и пола (самец или самка) на температуру тела тушканчиков:

	Сухая пища	Влажная пища
самцы	36,9	37,3
	36,8	36,8
	37,0	37,3
самки	36,7	36,7
	36,7	37,0
	36,8	37,0

Задание: проведите двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями и определите достоверность влияния отдельных факторов и их совместного влияния на температуру тела.

Билет 19.

1. Диаметр таза у самок макак (мм) изменяется с возрастом следующим образом:

Возраст в месяцах- 6 12 18 24

Диаметр таза- 51 56 61 65

Задание: рассчитать среднюю геометрическую из полугодовых прибавок величины диаметра таза.

2. Получены данные по частоте пульса (x) и максимальном артериальном давлении (y) у детей разного возраста:

x- 121 119 111 113 98 94

y- 99 103 103 107 99 99

Задание: рассчитать коэффициент линейной корреляции Пирсона, определить его достоверность.

Билет 20.

1. Было сделано 5 определений содержания кальция в крови (в усл. единицах):

11.27 11.36 11.09 11.16 11.47

Задание: рассчитайте среднее значение, стандартное отклонение, дисперсию, коэффициент вариации, стандартную ошибку среднего значения содержания кальция в крови.

2. Получены данные по ширине раковины (x) и числу ребра на ней (y) у ископаемого моллюска:

x- 18.4 19.0 19.0 20.0 21.8 21.8 22.2 22.4 23.0 25.8

y- 25 20 24 23 24 24 22 28 29 26

Задание: с помощью корреляционного анализа определите силу и направление связи двух признаков. Установите достоверность коэффициента корреляции.

Правила выставления оценки на экзамене по билетам

Экзаменационный ответ оценивается по 4-х бальной системе, в соответствие с которой выставляются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

оценка **«отлично»** выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, использует в ответе материал дополнительной учебной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на поставленные вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ;

оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями и ошибками выполняет практические работы.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						
ОПК-1	Устные опросы № 3-6, Экзамен	3 – 6	<p>Знать: теоретические основы стандартных статистических методов обработки экологических данных и их условия корректного применения.</p> <p>Уметь: оценивать статистическую значимость полученных результатов.</p>	<p>Осмысленное воспроизведение теоретических основ стандартных статистических методов обработки экологических данных.</p> <p>Умение оценивать достоверность полученных результатов с использованием t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера.</p>	<p>Осмысленное воспроизведение теоретических основ стандартных статистических методов обработки экологических данных, корректная интерпретация экологического смысла получаемых результатов при обработке данных.</p> <p>Умение оценивать достоверность полученных результатов с использованием t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера, умение проверять нормальность распределения биологических признаков.</p>	<p>Осмысленное воспроизведение теоретических основ стандартных статистических методов обработки экологических данных, корректная интерпретация экологического смысла получаемых результатов при обработке данных и знание условий корректного использования конкретных математических методов при решении разных задач экологии.</p> <p>Умение оценивать достоверность полученных результатов с использованием t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера, а также непараметрических статистик, умение проверять нормальность распределения биологических признаков.</p>

			<p>Владеть навыками: 4математической обработки биологических данных с использованием средств вычислительной техники и современных пакетов программ.</p>	<p>Владеть практическими навыками математической обработки экологических данных с использованием неспециализированных программ (MS Excel).</p>	<p>Владеть практическими навыками математической обработки биологических данных с использованием неспециализированных программ (MS Excel), а также специализированных пакетов программ по математике и биостатистике. Способность решать стандартные задачи.</p>	<p>Владеть практическими навыками математической обработки биологических данных с использованием неспециализированных программ (MS Excel), а также специализированных пакетов программ по математике и биостатистике. Владение навыками решения ситуационных, проблемных задач с использованием современных пакетов программ.</p>
--	--	--	--	--	--	---

ОПК-2	Устный опрос № 7 Экзамен	7	<p>Знать: методы количественной оценки биологического разнообразия, метод индексов.</p> <p>Уметь: рассчитывать статистические характеристики выборочной совокупности;</p> <p>Владеть навыками: расчета индексов биологического разнообразия с использованием современных пакетов программ</p>	<p>методы количественной оценки альфа-разнообразия</p> <p>Умение рассчитывать средние значения и показатели вариации биологических признаков.</p> <p>расчета индексов биоразнообразия и моделей видового обилия</p>	<p>методы количественной оценки альфа- и бета-разнообразия</p> <p>Умение рассчитывать средние значения, показатели вариации и стандартную ошибку среднего значения биологических признаков.</p> <p>расчета индексов биоразнообразия, видового богатства и моделей видового обилия</p>	<p>методы количественной оценки альфа-, бета и гамма-разнообразия</p> <p>Умение рассчитывать средние значения, показатели вариации, стандартную ошибку и доверительные интервалы для выборочного среднего значения биологических признаков. Умение корректно интерпретировать биологический смысл получаемых показателей.</p> <p>расчета индексов биоразнообразия, видового богатства и моделей видового обилия. Владеть навыками кластеризации значений индексов биоразнообразия.</p>
-------	--------------------------------	---	--	---	---	--

ПК-2	Устные опросы № 1-2, 8-9	1, 2, 8, 9	<p>Знать: – статистические принципы корректного отбора выборок (проб) из генеральной совокупности.</p> <p>Уметь: – обрабатывать, анализировать и синтезировать производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию методами построения статистических графиков.</p> <p>Владеть навыками: – обработки и анализа экологической информации методами корреляционного и дисперсионного анализов</p>	<p>отличия выборочного и сплошного методов исследования, преимущества и недостатки.</p> <p>обрабатывать, производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию методами построения двумерных статистических графиков: вариационная кривая, гистограмма распределения, графики динамики, точечные диаграммы</p> <p>владеть навыками применения стандартных параметрических методов корреляционного и дисперсионного анализов для обработки и анализа экологической информации</p>	<p>отличия выборочного и сплошного методов исследования, преимущества и недостатки. Понятие генеральной совокупности и выборки, примеры.</p> <p>обрабатывать, анализировать производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию методами построения двумерных и трехмерных статистических графиков.</p> <p>владеть навыками применения стандартных параметрических и непараметрических методов корреляционного и дисперсионного анализов для обработки и анализа экологической информации</p>	<p>отличия выборочного и сплошного методов исследования, преимущества и недостатки. Понятие генеральной совокупности и выборки, примеры. Репрезентативность выборок. Способы взятия проб из генеральной совокупности.</p> <p>обрабатывать, анализировать и синтезировать производственную, полевую и лабораторную экологическую информацию методами построения двумерных и трехмерных статистических графиков.</p> <p>владеть навыками применения стандартных параметрических, непараметрических и многофакторных методов корреляционного и дисперсионного анализов для обработки и анализа экологической информации</p>
------	--------------------------	------------	---	--	---	--

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;

- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Примерные задания для оценки сформированности компетенций

1. Какой из показателей отражает среднее значение признака?

- а) дисперсия
- б) коэффициент вариации
- в) коэффициент эксцесса
- г) средняя арифметическая

2. Какой из показателей отражает степень вариации значений признака?

- а) средняя арифметическая
- б) коэффициент вариации
- в) средняя квадратическая
- г) средняя геометрическая

3. Какой из методов обработки экологических данных подходит для сравнения средних значений двух выборок?

- а) критерий Стьюдента
- б) корреляционный анализ
- в) регрессионный анализ
- г) теорема Бернулли

4. Для оценки биоразнообразия экологического сообщества используют расчет:

- а) средней арифметической
- б) уровня значимости
- в) индекса Шеннона
- г) нормального распределения

5. Часть генеральной совокупности, отобранной для изучения называют:

- а) дисперсией
- б) асимметрией
- в) законом нормального распределения
- г) выборкой

Критерии оценки сформированности компетенций:

Оценка сформированности компетенции определяется по следующим правилам:

- «отлично» выставляется при количестве правильных ответов от 80 до 100%;
- «хорошо» выставляется при количестве правильных ответов от 60 до 79%;
- «удовлетворительно» выставляется при количестве правильных ответов от 40 до 59%;
- «неудовлетворительно» выставляется при количестве правильных ответов 39% и менее.

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Задачами освоения дисциплины являются обучение студентов применению современных методов обработки и анализа биологических и экологических данных, основанных на использовании математической статистики и современной вычислительной техники. Освоение самых простых приемов биометрической обработки данных позволит студентам осознанно подойти к использованию более сложных математических методов при решении разнообразных исследовательских задач. Необходимость преподавания курса для студентов определяется тремя аспектами. **Во-первых**, курс помогает в освоении и более глубоком понимании учебного материала по дисциплинам специализации, поскольку практические занятия и лекции основаны на многочисленных примерах из области биологии и экологии. **Во-вторых**, дисциплина служит методической основой для выполнения студентами выпускных квалификационных работ. Адекватное применение методов статистической обработки научных данных является необходимым условием успешной защиты выпускных квалификационных работ, это повышает доказательность выводов и общий уровень научной работы студентов. Относительно сложные математические методы применяются учащимися в научных работах довольно редко, с другой стороны, такие элементарные статистические процедуры, как расчет среднего значения, показателей вариации, стандартной ошибки, доверительного интервала, построение статистических графиков и таблиц, используются повсеместно. Первые представления о способах расчета разнообразных описательных статистик и применении графических методов анализа данных с использованием различных пакетов статистических программ студенты получают на занятиях по данной дисциплине. В дальнейшем, это значительно облегчает работу над оформлением и представлением результатов научного исследования. **В-третьих**, курс является хорошей основой для подготовки будущих научных сотрудников университетов и институтов. Общеизвестно, что биологические факультеты университетов, в том числе ЯрГУ, являются основными “поставщиками” высококвалифицированных научных специалистов для исследовательских институтов биологического и экологического профиля в нашей стране. Внедрение в современных условиях компьютерных технологий в процесс математического анализа данных является существенным моментом. Поэтому первая рекомендация студентам и начинающим исследователям – забыть о вычислениях “в столбик” или на калькуляторах, а проводить обработку данных только на персональном компьютере с использованием специализированных программных пакетов для статистического анализа. Для успешного освоения дисциплины специальной математической подготовки не требуется!

Курс состоит из 2-х частей: теория излагается на лекциях, практическое применение статистических методов осваивается на лабораторных занятиях в компьютерном классе. Лабораторные занятия методически также подразделяются на 2 части: вначале занятия осуществляется устный опрос студентов с целью контроля за подготовкой к теме с выставлением оценок, после этого на конкретных примерах из биологии с использованием компьютерных программ разбирается применение того или иного метода. В конце занятия подводятся итоги, и дается задание на следующее лабораторное занятие.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса и две практические задачи. Во время подготовки к экзамену

предусмотрена групповая консультация. По итогам работы студентов за семестр, при наличии положительных оценок по устным опросам, засчитывается теоретическая часть экзамена. В этом случае студентам остается сдать практическую часть экзамена, решив 2 задачи в соответствующем билете.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебные пособия, приведенные в списке основной литературы, имеющиеся в библиотеке ЯрГУ. Кроме того, полезным будет использовать электронное учебное пособие «Курс лекций по биометрии» (автор С.И. Сиделев), расположенное на сервере ЯрГУ «Каталогизатор книг» book.uniyar.ac.ru (необходимо получить предварительно логин и пароль). Также удобно пользоваться электронной версией учебного пособия Сиделев С.И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: учеб. пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2012, расположенного в электронной библиотеке ЯрГУ <http://www.lib.uniyar.ac.ru> через личный кабинет студента. Разнообразную информацию, полезную для самостоятельной подготовки к занятиям, студент может получить на специализированных сайтах по биостатистике с открытым доступом, приведенных в разделе 7 **ресурсы сети «Интернет»**.