

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

Кафедра экологии и зоологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«24» мая 2022 г.

Рабочая программа
«Математическая обработка результатов экологического эксперимента»

Направление подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
«Экология»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании кафедры
от «7» апреля 2022 года, протокол № 5

Программа одобрена НМК
факультета биологии и экологии
протокол № 8 от «18» апреля 2022 года

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическая обработка результатов экологического эксперимента» являются: обучение студентов корректному планированию экологических экспериментов с применением современных методов обработки и анализа данных.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Математическая обработка результатов экологического эксперимента» 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 постановки экологического эксперимента Уметь: – рассчитывать статистические характеристики выборочной

	<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>совокупности.</p> <p>Владеть навыками: – расчетов и построения графиков 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 экологических экспериментов методами ANOVA.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины

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

№ 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		
1	Что такое экологический эксперимент. Классификация экологических экспериментов.	5	2		1			1	устный опрос № 1
2	Введение в методы обработки экспериментальных данных: понятие выборки, нормальности распределения, средней, моды, медианы, дисперсии и стандартного отклонения.	5	2		2			8	устный опрос № 2
3	Методы сравнения контрольной и экспериментальной выборок в экологическом эксперименте: t-критерий Стьюдента и другие параметрические методы.	5	2		2			8	устный опрос № 3
4	Методы сравнения контрольной и экспериментальной выборок в экологическом эксперименте: U-критерий Манна-Уитни и другие непараметрические методы	5	2		2			8	устный опрос № 4
5	Метод ANOVA как основной способ обработки экспериментальных данных	5	4		4	2		16	устный опрос № 5
6	Проблема множественных сравнений при проведении экологических экспериментов.	5	4		5	3		16	устный опрос № 6

	Поправка критерий критерий критерий Кейлса, Данна.	Бонферрони, Тьюки, Шеффе, Ньюмена-Критерий							
7	Планирование экологического эксперимента: истинные и мнимые повторности.	5	2		2	2		8	устный опрос № 7
	Всего за семестр		18		18	7		65	
						2	0,5	33,5	Экзамен
	ВСЕГО		18		18	9	0,5	82,5	144

Содержание разделов дисциплины:

1. Что такое экологический эксперимент. Классификация экологических экспериментов.

Этапы и правила планирования экспериментов в экологии. Отличия экспериментального метода от метода наблюдений в экологии. Измерительные, сравнительные измерительные, манипулятивные эксперименты. Алгоритм использования статистических методов анализа данных. Источники ошибок в манипулятивных экспериментах и способы их устранения. Обязательные атрибуты экологического эксперимента: контроль, рандомизация, повторности, перемешивание и воспроизводимость.

2. Введение в методы обработки экспериментальных данных: понятие выборки, нормальности распределения, средней, моды, медианы, дисперсии и стандартного отклонения.

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 экологических данных. Показатели вариации, формулы расчета и значение при обработке экологических данных. Закон нормального распределения признаков, параметры нормального распределения. Правило 3-х сигм, его практическое применение.

3. Методы сравнения контрольной и экспериментальной выборок в экологическом эксперименте: t-критерий Стьюдента и другие параметрические методы.

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

4. Методы сравнения контрольной и экспериментальной выборок в экологическом эксперименте: U-критерий Манна-Уитни и другие непараметрические методы

Критерий Манна-Уитни, критерий Вилкоксона, критерий знаков и критерий серий Вальда-Вольфовица. Область использования, условия применимости.

5. Метод ANOVA как основной способ обработки экспериментальных данных.

Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в методе ANOVA. Основные этапы и виды метода ANOVA. Условия применимости метода для анализа экологических экспериментов. Непараметрический метод ANOVA.

6. Проблема множественных сравнений при проведении экологических экспериментов. Поправка Бонферрони, критерий Тьюки, критерий Шеффе, критерий Ньюмена-Кейлса, Критерий Данна.

Суть проблемы множественных сравнений при математической обработке экспериментальных данных. Связь групповой вероятности неверного отклонения нулевой гипотезы и числа сравнений. Введение поправок: метод Бонферрони и метод Холма. Критерии множественных сравнений: критерий Тьюки, критерий Шеффе, критерий Ньюмена-Кейлса, Критерий Дана.

7. Планирование экологического эксперимента: истинные и мнимые повторности.

Проблема мнимых повторностей при математической обработке данных биологического эксперимента. Псевдорепликации, экспериментальная единица, истинная повторность, измеряемая единица. Типы мнимых повторностей: простые мнимые повторности, последовательные мнимые повторности, вторичные мнимые повторности, скрытые мнимые повторности.

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_lektsiy_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. 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_lektsiy_po_biometriid9312013/
7. Образовательный математический сайт www.exponenta.ru.
8. Портал знаний www.statistica.ru.
9. 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;
- 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.

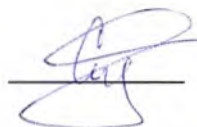
Для проведения занятий лабораторного типа используется компьютерный класс, проектор Epson EB-X39, проектор Epson EB-X41 в комплекте, ПК C2D-E8400 iG31/2048MbDDRII/160G SATA/+мон-р 19"TFTSams, Курс лекций по биометрии.

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
«Математическая обработка результатов экологического эксперимента»

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

1. Этапы и правила планирования экспериментов в экологии.
2. Отличия экспериментального метода от метода наблюдений в экологии.
3. Измерительные, сравнительные измерительные, манипулятивные эксперименты.
4. Алгоритм использования статистических методов анализа данных.
5. Источники ошибок в манипулятивных экспериментах и способы их устранения.
6. Что такое контроль в экологическом эксперименте?
7. Что такое рандомизация в экологическом эксперименте?
8. Что такое повторности в экологическом эксперименте?
9. Что такое перемешивание в экологическом эксперименте?
10. Что такое воспроизводимость эксперимента в экологии?

Вопросы к устному опросу № 2

1. Расшифруйте понятия генеральной и выборочной совокупностей. Чем отличается сплошное исследование от частичного?, их преимущества и недостатки, примеры из экологии.
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 экологии.
6. Какие существуют способы взятия выборок из генеральной совокупности. Их применение в экологических исследованиях, примеры.
7. Что такое повторный и бесповторный отборы?
8. Чем простой случайный отбор отличается от серийного, типического и механического? Примеры из экологии.
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 экологи для характеристики особенностей варьирования признаков? Их недостатки и преимущества, формулы расчета.
12. Закон нормального распределения: формулировка, графическая визуализация, значение при математической обработке данных.
13. Каковы основные свойства нормального распределения признаков?
14. Сформулируйте правило 3-х сигм. Его практическое применение.

Вопросы к устному опросу № 3

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.
8. Параметрические критерии различий: задачи, решаемые данными критериями, понятие зависимой и независимой выборки.
9. В каких случаях следует применять t-критерий Стьюдента? Формула расчета, формулировка статгипотез, модификации критерия, условия применимости.
10. F-критерий Фишера: формула расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.

Вопросы к устному опросу № 4

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.

Вопросы к устному опросу № 5

1. Какие исследовательские задачи в экологии можно решать методами ANOVA?
2. Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в методе ANOVA.

3. Перечислите основные этапы метода. Расшифруйте последовательность действий на каждом этапе анализа?
4. Какие существуют виды метода ANOVA?
5. Условия применимости метода. Что делать, если ограничения метода не выполняются?
6. Непараметрический анализ Краскела-Уоллиса и Фридмана.

Вопросы к устному опросу № 6

1. Суть проблемы множественных сравнений при математической обработке экспериментальных данных.
2. Связь групповой вероятности неверного отклонения нулевой гипотезы и числа сравнений.
3. Метод Бонферрони и метод Холма.
4. Критерий Тьюки.
5. Критерий Шефе.
6. Критерий Ньюмена-Кейлса.
7. Критерий Дана.

Вопросы к устному опросу № 7

1. Проблема мнимых повторностей при математической обработке данных экологического эксперимента.
2. Дайте определение что такое псевдорепликации в экологическом эксперименте.
3. Чем отличаются понятия экспериментальная единица, истинная повторность и измеряемая единица?
4. Что такое простые мнимые повторности?
5. Что такое последовательные мнимые повторности?
6. Что такое вторичные мнимые повторности?
7. Что такое скрытые мнимые повторности?

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.

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

Список вопросов к теоретической части экзамена:

1. Этапы и правила планирования экспериментов в экологии.
2. Отличия экспериментального метода от метода наблюдений в экологии.
3. Измерительные, сравнительные измерительные, манипулятивные эксперименты.
4. Алгоритм использования статистических методов анализа данных.
5. Источники ошибок в манипулятивных экспериментах и способы их устранения.
6. Что такое контроль в экологическом эксперименте?
7. Что такое рандомизация в экологическом эксперименте?
8. Что такое повторности в экологическом эксперименте?
9. Что такое перемешивание в экологическом эксперименте?
10. Что такое воспроизводимость эксперимента в экологии?
11. Расшифруйте понятия генеральной и выборочной совокупностей. Чем отличается сплошное исследование от частичного?, их преимущества и недостатки, примеры из экологии.
12. От чего зависят объемы генеральной совокупности и выборки?
13. Основная задача выборочного метода исследования?
14. Что такое репрезентативность выборки?
15. Что такое рандомизация? Применение в выборочных исследованиях в экологии.
16. Какие существуют способы взятия выборок из генеральной совокупности. Их применение в экологических исследованиях, примеры.
17. Что такое повторный и бесповторный отборы?
18. Чем простой случайный отбор отличается от серийного, типического и механического? Примеры из экологии.
19. Средние значения признака. Их значение при математической обработке материала.
20. Чем степенные средние отличаются от структурных средних величин? Формулы расчета, области применения.
21. Какими показателями вариации пользуются экологи для характеристики особенностей варьирования признаков? Их недостатки и преимущества, формулы расчета.
22. Закон нормального распределения: формулировка, графическая визуализация, значение при математической обработке данных.
23. Каковы основные свойства нормального распределения признаков?
24. Сформулируйте правило 3-х сигм. Его практическое применение.
25. Каковы основные задачи, решаемые методами статистических сравнений?
26. Понятие достоверности выборочной разности. Нулевая и альтернативная гипотезы. Понятие критерия достоверности.
27. Что означает выборочная разность является достоверной и выборочная разность является недостоверной?
28. Алгоритм проверки истинности статистических гипотез критериями достоверности.
29. Понятие уровня значимости применительно к критериям достоверности.
30. Классификации критериев достоверности: по типу сравниваемых выборок, по параметрам сравнения, по способу расчета критериев.
31. Преимущества и недостатки параметрических и непараметрических критериев достоверности.
32. Параметрические критерии различий: задачи, решаемые данными критериями, понятие зависимой и независимой выборки.

33. В каких случаях следует применять t-критерий Стьюдента? Формула расчета, формулировка статгипотез, модификации критерия, условия применимости.
34. F-критерий Фишера: формула расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
35. Расскажите о классификации непараметрических критериев. Приведите примеры ранговых критериев различия.
36. Критерий Манна-Уитни: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
37. T-критерий Вилкоксона: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
38. Критерий серий Вальда-Вольфовица: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости.
39. Критерий знаков: альтернатива какому параметрическому критерию? Алгоритм расчета, формулировка статгипотез, условия применимости, отличия от T-критерий Вилкоксона.
40. Какие исследовательские задачи в экологии можно решать методами ANOVA?
41. Сущность метода. Основные понятия и термины (результативный признак, фактор, градации фактора, дисперсионный комплекс, их виды). Нулевая и альтернативная гипотезы в методе ANOVA.
42. Перечислите основные этапы метода. Расшифруйте последовательность действий на каждом этапе анализа?
43. Какие существуют виды метода ANOVA?
44. Условия применимости метода. Что делать, если ограничения метода не выполняются?
45. Непараметрический анализ Краскела-Уоллиса и Фридмана.
46. Суть проблемы множественных сравнений при математической обработке экспериментальных данных.
47. Связь групповой вероятности неверного отклонения нулевой гипотезы и числа сравнений.
48. Метод Бонферрони и метод Холма.
49. Критерий Тьюки.
50. Критерий Шефе.
51. Критерий Ньюмена-Кейлса.
52. Критерий Дана.
53. Проблема мнимых повторностей при математической обработке данных экологического эксперимента.
54. Дайте определение что такое псевдорепликации в экологическом эксперименте.
55. Чем отличаются понятия экспериментальная единица, истинная повторность и измеряемая единица?
56. Что такое простые мнимые повторности?
57. Что такое последовательные мнимые повторности?
58. Что такое вторичные мнимые повторности?
59. Что такое скрытые мнимые повторности?

Примеры заданий к практической части экзамена:

Билет 1.

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. 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 метода ANOVA определите влияет ли облучение на плодовитость мышей?

Билет 2.

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 88 108 108 117

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

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>	Осмысленное воспроизведение теоретических основ стандартных статистических методов обработки экологических данных.	Осмысленное воспроизведение теоретических основ стандартных статистических методов обработки экологических данных, корректная интерпретация экологического смысла получаемых результатов при обработке данных.	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.
				Умение оценивать достоверность полученных результатов с использованием t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера.	Умение оценивать достоверность полученных результатов с использованием t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера, умение проверять нормальность распределения биологических признаков.	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>Владеть навыками: математической 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 № 1-2 Экзамен	1-2	<p>Знать: методы постановки экологического эксперимента</p> <p>Уметь: рассчитывать статистические характеристики выборочной совокупности;</p> <p>Владеть навыками: расчетов и построения графиков с использованием современных пакетов программ</p>	<p>рандомизированный метод постановки экологического эксперимента</p> <p>Умение рассчитывать средние значения и показатели вариации биологических признаков.</p> <p>расчетов с использованием Excel</p>	<p>рандомизированный и блочно-рандомизированный методы постановки экологического эксперимента</p> <p>Умение рассчитывать средние значения, показатели вариации и стандартную ошибку среднего значения биологических признаков.</p> <p>Расчетов и построения графиков с использованием Excel</p>	<p>Рандомизированный, блочно-рандомизированный и систематический методы постановки экологического эксперимента</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>Расчетов и построения графиков с использованием Attestat.</p>
-------	----------------------------------	-----	--	---	---	---

ПК-2	Устные опросы № 2, 5	2, 5	<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 экологических экспериментов методами ANOVA</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 дисперсионного анализов для обработки и анализа экологических экспериментов</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 дисперсионного анализов для обработки и анализа экологических экспериментов</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 дисперсионного анализов для обработки и анализа экологических экспериментов</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») 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.

Приложение №2
к рабочей программе дисциплины
«Математическая обработка результатов экологического эксперимента»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Задачами освоения дисциплины являются обучение студентов применению современных методов обработки и анализа 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»**.