

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Экология»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ФВ3 «Дизайн научного исследования в экологии»

направления подготовки

«05.06.01– Науки о земле»

*очного обучения по программе подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре*

Направленность - Экология (в биологии, в химии, в нефтехимии)

Квалификация (степень) – «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

форма обучения – очная

курс – 2

семестр – 3

зачетных единиц – 1

часов в неделю – 2

всего часов –36,

в том числе:

лекции – 6

самостоятельная работа – 30

зачет – 3 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

- Обучение аспирантов принципам планирования экспериментальных исследований экологического профиля и методам статистической обработки собранных данных, которые могут быть впоследствии использованы при выполнении ими диссертационных работ.

Задачи изучения дисциплины:

- Приобретение аспирантами теоретических знаний по дизайну экологических экспериментов, исходя из целей исследования и планируемых результатов;

- Обучение аспирантов основным методам статистической обработки собранной экологической информации;

- Овладение аспирантами практическими навыками самостоятельной работы с экологической информацией на основе понимания концепций variability собранных данных и планируемой точности и достоверности результатов;

- Формирование и развитие у аспирантов умения ориентироваться в многообразии факторов (независимых переменных), воздействующих на изучаемые характеристики компонентов экосистем (зависимые переменные), для обеспечения корректного дизайна планируемых экологических исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс относится к разделу «Факультативные дисциплины» вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» квалификации (степени) «Исследователь. Преподаватель-исследователь» направления подготовки «05.06.01– Науки о земле» направленности «Экология (в биологии, в химии, в нефтехимии)». Данная дисциплина преподается в 3-м семестре и основывается на знаниях, умениях и практических навыках аспирантов в области математики и экологии, предварительно приобретенными ими в ходе получения высшего образования (получения квалификации «специалист», «бакалавр» или «магистр»). Основные требования к «входным» знаниям, умениям и навыкам обучающихся включают их владение базовыми концепциями статистической обработки собранных данных и их способности ориентироваться в насущных экологических проблемах современности.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в рамках данной учебной дисциплины, позволят им корректно организовывать экологическую экспериментально-исследовательскую работу и адекватно интерпретировать полученные результаты, внося свой вклад в решение важных проблем рационального природопользования для обеспечения устойчивого развития Российской Федерации.

Данный учебный курс закладывает профессиональное формирование аспирантов в 3-м семестре. При этом знания, умения и навыки, получаемые в ходе его освоения обучающимися, приобретаются также в рамках других дисциплин и практик учебного плана аспирантов: Б1.В.ОД.4 «Методика научного исследования» (1 сем.), Б1.В.ОД.5 «Общая экология» (3 сем.), Б.2.1.3 «Научно-исследовательская практика» (5 сем.), Б1.В.ДВ2 «Методы экотоксикологических исследований/Методы моделирования и риск-анализ природно-техногенных систем» (6 сем.), Б.3.1.1-Б.3.1.6 «Научно-исследовательская деятельность» (2-6 семестры).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ФГОС ВО, изучение дисциплины направлено на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-1 и профессиональной компетенции ПК-1:

- **ОПК-1** - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

- **ПК-1** – способность формулировать проблемы и задачи научного исследования, выбирать адекватные методы исследования; формировать дизайн научного исследования; устанавливать новые достоверные факты на основе наблюдений, полевых и лабораторных исследований; обобщать полученные результаты в контексте современных научных знаний в области экологии; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных данных исследований; обсуждать и представлять результаты работы, аргументировано доказывать их научную ценность и практическую значимость.

Профессиональная компетенция ПК-1 формируется с учетом обобщенных трудовых функций профессиональных стандартов «Специалист в области обращения с отходами» (зарегистрирован в Минюсте России 28.05.2014 № 32469) и «Гидробиолог» (зарегистрирован в Минюсте России 02.07.2014 № 32940).

В результате освоения дисциплины:

Аспирант должен знать:

- основные положения и принципы теории экспериментального дизайна;

- методы оценки репрезентативности материала и определения необходимого объема выборок при проведении количественных исследований в области экологии (в том числе, экологического состояния водных объектов на основе биоиндикационных исследований гидробионтов);

- элементарные математические концепции статистической науки;

- методы статистической обработки экологической информации.

Аспирант должен уметь:

- применять приобретённые знания и навыки в выполнении практических работ по организации экспериментального исследования – а именно, корректно планировать пилотное исследование, принимая во внимание все значимые независимые переменные (факторы) и оценивая вариабельность отклика зависимых переменных;

- рассчитывать необходимые размеры выборок в соответствии с требуемой точностью и достоверностью результатов;

- выбирать подходящий метод статистического анализа полученных данных и правильно интерпретировать результаты анализа.

Аспирант должен владеть:

- методологическими основами дизайна экспериментальных экологических исследований различных типов (алгоритмами поэтапного планирования экспериментального исследования), технологией выбора необходимых методов статистического анализа собранной экологической информации, навыками самостоятельной интерпретации полученных результатов и выявления на их основе закономерностей;

- навыками использования теории планирования экологических исследований и обработки собранных данных для разработки рекомендаций по сохранению и нормализации экологического состояния экосистем (в том числе, водоемов);

- навыками использования теории планирования экологических исследований и обработки собранных данных для инвентаризации и учета объектов размещения, использования и обезвреживания отходов, а также для разработки природоохранных мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия отходов на окружающую среду.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме				
				Всего	Лекции	Коллок-виумы	Практич-еские	СРС
3 семестр								
1	1-6	1	Основные понятия. Планирование экспериментальных научных исследований.	12/1	2/1			10
2	7-12	2	Популяция и выборка. Средние величины выборочных наблюдений. Вариация и ошибки выборочных наблюдений.	12/1	2/1			10
3	13-18	3	Основные статистические тесты для проверки достоверности результатов исследования: одна серия выборок, две серии выборок, три и более групп наблюдений.	12/1	2/1			10
Всего				36/3	6/3			30

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Основные понятия. Эксперимент, опыт, план эксперимента. Фактор, уровень фактора, нормализация факторов. Априорное ранжирование факторов. Размах и интервал варьирования фактора. Эффект взаимодействия факторов. Типология экспериментов. Отклик, функция отклика и ее оценка. Рандомизация. Планирование экспериментальных научных	1-4, 8-10, 13-16, 18-21

			исследований. Типология моделируемых систем. Режим работы (стационарный, нестационарный), время наблюдений, объем испытаний. Цели экспериментального дизайна. Пассивный и активный эксперименты. Составляющие экспериментального дизайна.	
2	2	2	Популяция и выборка. Генеральная совокупность. Выборочная совокупность. Характеристики и необходимость выборки. Зависимые и независимые выборки. Репрезентативность выборки. Простая случайная выборка. Блочный дизайн эксперимента. Средние величины выборочных наблюдений. Выборочная средняя. Общая средняя. Групповые средние. Взвешенная средняя. Перцентиль. Медиана. Мода. Мульти-modalность. Вариация выборочных наблюдений. Дисперсия: смещенная, несмещенная. Отклонение: среднееквадратическое, стандартное. Коэффициент вариации. Неравенство Чебышева. Нормальное распределение. Правило трех сигм. Вариация и ошибки выборочных наблюдений. Дисперсия: смещенная, несмещенная. Отклонение: среднееквадратическое, стандартное. Коэффициент вариации. Нормальное распределение. Правило трех сигм. Ошибки статистического наблюдения: ошибка регистрации, ошибка репрезентативности. Стандартная ошибка случайной выборки. Доверительные интервалы. Минимальный размер выборки, необходимый для получения достоверных результатов. Понятие о пилотном исследовании. Вариация и ошибки выборочных наблюдений как основа расчета репрезентативного размера выборки в зависимости от требуемой точности и достоверности результатов. Расчёт приблизительных 95%-ных доверительных интервалов.	1-5, 7, 10-14, 16, 18-25
3	2	3	Основные статистические тесты для проверки достоверности результатов исследования: одна серия выборок, две серии выборок, три и более групп наблюдений. Одновыборочный тест статистического сдвига (z-тест). Z-критерий Фишера. Необходимые условия для применения z-теста. Вычисление z-статистики. Интерпретация результатов z-теста. Недостатки z-теста. Двухвыборочный тест статистического сдвига по t-критерию Стьюдента. Нулевая гипотеза. Альтернативная гипотеза. t-статистика. 4 варианта t-теста для сравнения двух выборочных совокупностей. Степени свободы. Уровень значимости. Формулы для вычисления значения t-критерия. Необходимые условия для применения t-теста. Суть дисперсионного анализа. Независимые переменные (факторы) и зависимые переменные. Формулировка гипотез в дисперсионном анализе. Типология дисперсионного анализа. Необходимые условия для применения дисперсионного анализа. Ненаправленные и направленные альтернативы. Программное обеспечение для проведения ANOVA.	4-7, 10-12, 17-25

6. Содержание коллоквиумов

не предусмотрены учебным планом

7. Перечень практических занятий

не предусмотрены учебным планом

8. Перечень лабораторных работ

не предусмотрены учебным планом

9. Задания (методические указания) для самостоятельной работы студентов по освоению дисциплины

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	10	Проработать соответствующие разделы предлагаемых справочно-учебных	1-4, 8-10, 13-16,

		материалов с целью ознакомления с основными понятиями, используемыми в процессе изучения данной дисциплины, с принципами планирования и организации экспериментального экологического исследования.	18-21
2	10	Проработать соответствующие разделы предлагаемых справочно-учебных материалов с целью ознакомления с понятиями генеральной и выборочной совокупностей, с применимостью различных показателей средней тенденции выборочной совокупности в зависимости от поставленных целей, с показателями варибельности собираемых в процессе исследования данных и влиянием неоднородности выборки на дизайн планируемого экспериментального исследования. Выполнить тестовые задания с целью ознакомления с принципами расчета необходимого размера выборки экологического исследования на основе варибельности данных пилотного исследования и с целью ознакомления с принципами расчета необходимого размера выборки экологического исследования на основе требуемой точности и достоверности результатов получения практических расчетных навыков.	1-5, 7, 10-14, 16, 18-25
3	10	Проработать соответствующие разделы предлагаемых справочно-учебных материалов, осуществить анализ конкретных ситуаций в предлагаемых научных публикациях и выполнить тестовые задания с целью ознакомления с условиями применения и процедурой проведения одновыборочного теста статистического сдвига для статистической обработки собранных в экологических исследованиях данных и получения практических расчетных навыков; с целью ознакомления с процедурой выбора необходимого метода двухвыборочного теста статистического сдвига для статистической обработки собранных в экологических исследованиях данных; с целью ознакомления с процедурой выбора необходимого метода дисперсионного анализа для статистической обработки собранных в экологических исследованиях данных, включая исследование влияния взаимодействия факторов на отклик изучаемых зависимых переменных и возможность построения прогностических моделей на основе результатов исследования.	1-7, 14, 17-25

10. Расчетно-графическая работа

не предусмотрена учебным планом

11. Курсовая работа

не предусмотрена учебным планом

12. Курсовой проект

не предусмотрен учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б1.В.ФВЗ «Дизайн научного исследования в экологии» должны сформироваться общепрофессиональная компетенция ОПК-1 и профессиональная компетенция ПК-1. В соответствии с ФГОС ВО:

- под компетенцией ОПК-1 понимается способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
- под компетенцией ПК-1 понимается способность формулировать проблемы и задачи научного исследования, выбирать адекватные методы исследования; формировать дизайн научного исследования; устанавливать новые достоверные факты на основе наблюдений, полевых и лабораторных исследований; обобщать полученные результаты в контексте современных научных знаний в области экологии; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных данных исследований; обсуждать и представлять результаты работы, аргументировано доказывать их научную ценность и практическую значимость. При этом ПК-1 формируется с учетом обобщенных трудовых функций профессиональных стандартов «Специалист в области обращения с отходами» (зарегистрирован в Минюсте России 28.05.2014 № 32469) и «Гидробиолог» (зарегистрирован в Минюсте России 02.07.2014 № 32940).

Для формирования этих компетенции в рамках данной учебной дисциплины, преподаваемой в 3-м семестре, необходимы базовые знания аспирантов, полученные при изучении математики и экологии, предварительно приобретенные обучающимися в ходе их предыдущего высшего образования (получения квалификации «специалист», «бакалавр», либо «магистр»). Данные компетенции формируются также в рамках других дисциплин и практик учебного плана аспирантов: Б1.В.ОД.4 «Методика научного исследования» (1 сем.), Б1.В.ОД.5 «Общая экология» (3 сем.), Б.2.1.3

«Научно-исследовательская практика» (5 сем.), Б1.В.ДВ2 «Методы экотоксикологических исследований/Методы моделирования и риск-анализ природно-техногенных систем» (6 сем.), Б.3.1.1- Б.3.1.6 «Научно-исследовательская деятельность» (2-6 семестры).

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ОПК-1	3 семестр	1. <u>Знание</u> основных понятий планирования экспериментального научного исследования. 2. <u>Умение</u> выбрать подходящий тип экспериментального дизайна в зависимости от характера данных и поставленной задачи исследования. 3. <u>Владение</u> способностью к самостоятельному планированию своего диссертационного исследования.	Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
			Зачет	Тестовые задания и вопросы к зачету	«Зачтено»/ «Не зачтено»
Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
ПК-1	3 семестр	1. <u>Знание</u> Способность рассчитать требуемый размер выборки при проведении количественных исследований, исходя из требуемой точности и достоверности результатов. 2. <u>Умение</u> Способность выбрать подходящий метод статистического анализа данных в зависимости от характера данных и поставленной задачи исследования. 3. <u>Владение</u> Способность к самостоятельной интерпретации результатов статистических анализов и выявлению на их основе закономерностей.	Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
			Зачет	Тестовые задания и вопросы к зачету	«Зачтено»/ «Не зачтено»

УРОВНИ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТ КОМПЕТЕНЦИИ ОПК-1
в рамках дисциплины «Дизайн научного исследования в экологии»:

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенции (дескрипторы)
Пороговый уровень	Обязательный для всех студентов-выпускников вуза по завершении освоения ОПОП ВО	<u>Знание</u> основных понятий экспериментального дизайна научного исследования. <u>Умение</u> самостоятельно выбрать подходящий тип экспериментального дизайна для своего исследования. <u>Владение</u> терминологией в области экспериментального дизайна.
Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника вуза	<u>Знание</u> принципов планирования и организации экспериментального экологического исследования. <u>Умение</u> выбрать подходящий тип экспериментального дизайна в зависимости от характера данных. <u>Владение</u> алгоритмами планирования исследования в области экологии и природопользования.
Высокий (Превосходный) уровень	Максимально возможная выраженность компетенции, важен как качественный ориентир для само-совершенствования	<u>Знание</u> принципов планирования научно-исследовательской деятельности комплексных проектов. <u>Умение</u> выбрать подходящий тип экспериментального дизайна в зависимости от поставленной задачи исследования. <u>Владение</u> навыками выбора дизайна экспериментального исследования.

УРОВНИ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТ КОМПЕТЕНЦИИ ПК-1
в рамках дисциплины «Дизайн научного исследования в экологии»:

Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенции (дескрипторы)
Пороговый уровень	Обязательный для всех студентов-выпускников вуза по завершении освоения ОПОП ВО	<u>Знание</u> основных понятий концепции выборочной совокупности. <u>Умение</u> проводить самостоятельные расчеты в рамках одновыборочного теста статистического сдвига. <u>Владение</u> технологиями определения репрезентативности выборочной совокупности.
Продвинутый уровень	Превышение минимальных характеристик сформированности компетенции для выпускника вуза	<u>Знание</u> различных типов выборочных совокупностей. <u>Умение</u> проводить самостоятельные расчеты в рамках двухвыборочного теста статистического сдвига.. <u>Владение</u> способностью формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных данных научного исследования.
Высокий (Превосходный) уровень	Максимально возможная выраженность компетенции, важен как качественный ориентир для самосовершенствования	<u>Знание</u> типов распределения элементов выборочной совокупности. <u>Умение</u> проводить самостоятельные расчеты в рамках дисперсионного анализа. <u>Владение</u> алгоритмом определения уровней достоверности результатов проводимых статистических тестов.

К основным формам контроля, определяющим процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Дизайн научного исследования в экологии» относятся:

- текущий контроль в форме проверки правильности выполнения тестовых заданий аспирантами в рамках СРС;
- промежуточная аттестация в форме зачета по дисциплине.

Вопросы для зачета

1. Понятие и типология экспериментов.
2. Понятие, цели и компоненты экспериментального дизайна.
3. Понятие опыта и контроля в планировании экспериментальных исследований.
4. Независимые переменные (факторы) и зависимые переменные (функция отклика и ее оценка).
5. Значение рандомизации и планируемого объема выборки в экспериментальном дизайне.
6. Пассивный и активный эксперименты.
7. Генеральная и выборочная совокупности. Репрезентативность выборки. Зависимые и независимые выборки.
8. Блочный дизайн эксперимента.
9. Характеристика, методы расчета и цели использования средних величин выборочных наблюдений.
10. Использование и метод расчета взвешенных средних в экологических исследованиях.
11. Показатели вариации выборочных наблюдений, цели их использования и методы расчета.
12. Характеристика и типология ошибок выборочного наблюдения и алгоритмы их расчета.
13. Расчет необходимого размера выборки исходя из варибельности пилотной выборки.
14. Нормальное распределение собранных данных и правило трех сигм.
15. Достоверность результатов исследования и коэффициенты доверия. Расчет доверительных интервалов.
16. Необходимый размер выборки в зависимости от требуемой точности и достоверности результатов.
17. Характеристика одновыборочного теста статистического сдвига: необходимые условия для его применения, интерпретация результатов и недостатки.
18. Характеристика двухвыборочных тестов статистического сдвига: необходимые условия для их применения, интерпретация результатов и недостатки.
19. Понятие о нулевой и альтернативной гипотезах и примеры их формулировки в различных вариантах t-теста для сравнения двух выборочных совокупностей.
20. Степени свободы. Уровень значимости. Формулы для вычисления значения t-критерия.
21. Характеристика различных вариантов t-теста для сравнения двух выборочных совокупностей: условия применения.

22. Характеристика различных вариантов t-теста для сравнения двух выборочных совокупностей: методы расчета t-критерия.
23. Направленные и ненаправленные альтернативы в t-тесте: формулировка гипотез и выбор пороговых значений t-критерия.
24. Основные статистические тесты для изучения влияния факторов на зависимые переменные для трех и более групп.
25. Суть дисперсионного анализа. Независимые и зависимые переменные. Формулировка гипотез в дисперсионном анализе.
26. Типология дисперсионного анализа и необходимые условия для применения его различных вариантов.
27. Характеристика ненаправленных и направленных альтернатив: различия в формулировке гипотез и использовании пороговых значений F- статистики.
28. Взаимодействие факторов в многофакторном дисперсионном анализе.
29. Характеристика программного обеспечения для проведения однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа.
30. Значение дизайна экспериментальных экологических исследований для возможности последующего моделирования результатов.

Примеры тестовых заданий по дисциплине

УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 1 – 8:

Пилотное исследование: В комнатах двух учебных корпусов были взяты нижеследующие количества проб воздуха на микробиологическое загрязнение с последующими посевами в чашки Петри. При этом количества выросших в чашках Петри колоний патогенных микроорганизмов составили:

(Здание А) 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 2, 2, 2, 3, 2, 2

(Здание Б) 1, 2, 2, 4, 4, 4, 6, 7, 7, 6, 6, 7, 8, 9, 8, 10, 12, 12, 1, 10, 1, 2, 2, 4, 4, 4, 6, 7, 7, 6, 6, 7, 8, 9, 8, 10, 12, 1, 10, 1, 2, 2, 4, 4, 4, 6, 7, 7, 6, 6, 7, 8, 9, 8, 10, 12, 12, 1, 10, 1, 2, 2, 4, 4, 4, 6, 7, 7, 6, 6, 7, 8, 9, 8, 10, 12, 12, 1, 10

1. Проверить нормальность (хотя бы приблизительную!) распределений данных пилотного исследования на основе построения соответствующих графиков числовых данных.
2. Рассчитать средние арифметические и несмещенные дисперсии для обеих пилотных выборок.
3. Рассчитать стандартные отклонения для обеих пилотных выборок.
4. Рассчитать примерные 95%-ные доверительные интервалы для обеих пилотных выборок.
5. Рассчитать коэффициенты вариации для обеих пилотных выборок.
6. Сделать выводы о различиях в значениях средних и дисперсий обеих пилотных выборок; о достоверности различий средних, исходя их рассчитанных доверительных интервалов; и об однородности (неоднородности) пилотных выборок.
7. Если мы захотим уменьшить вдвое стандартные ошибки для каждой из выборок пилотного исследования в обоих зданиях, какое количество проб будет необходимо взять в каждом из них в последующем исследовании?
8. Определить новые размеры выборок для последующего исследования в каждом из зданий, необходимые для получения стандартных ошибок на уровне 5% от средних значений выборок в пилотном исследовании.

УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 9 – 18:

Пилотное исследование: В комнатах двух учебных корпусов были взяты нижеследующие количества проб воздуха на микробиологическое загрязнение с последующими посевами в чашки Петри. При этом количества выросших в чашках Петри колоний патогенных микроорганизмов составили:

(Здание А) 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4

(Здание Б) 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4, 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4

9. Проверить нормальность (хотя бы приблизительную!) распределений данных пилотного исследования на основе построения соответствующих графиков числовых данных.
10. Рассчитать средние арифметические и несмещенные дисперсии для обеих пилотных выборок.
11. Рассчитать стандартные отклонения для обеих пилотных выборок.
12. Рассчитать примерные 95%-ные доверительные интервалы для обеих пилотных выборок.
13. Рассчитать коэффициенты вариации для обеих пилотных выборок.
14. Сделать выводы о различиях в значениях средних и дисперсий обеих пилотных выборок; о достоверности различий средних, исходя их рассчитанных доверительных интервалов; и об однородности (неоднородности) пилотных выборок.

15. Определить необходимые размеры выборок для обоих зданий в последующем исследовании, исходя из стандартных ошибок «пилотных» средних в пределах 5% и 10% от значения средних и требуемой достоверности результатов 95% и 99% (т.е. 4 варианта расчета для здания А и для здания Б: 10%.....95% ; 5%----95% ; 5%-----99% и 10%----99%).
16. Указать наиболее приемлемые (по вашему мнению) размеры выборок для каждого здания в новом исследовании, основываясь на соотношении достаточно высокой достоверности ожидаемых данных и реалистичном количестве проб, которые необходимо будет взять. Иными словами, из четырех полученных для каждого здания размеров новых выборок (в задании 15) укажите один в качестве наиболее приемлемого.
17. Рассчитайте 95% и 99%-ные доверительные интервалы микробиологического загрязнения воздуха для обоих зданий.
18. На основании результата задания (17), сравните средние по обоим зданиям и сделайте вывод: нет оснований, чтобы констатировать достоверные различия – либо, если средние по обоим зданиям достоверно различны, то с какой вероятностью?

УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 19 – 23:

Предварительное ("широкомасштабное") исследование: Предположим, что было произведено исследование среднего балла ЕГЭ школьников по математике в 2013 г. в большом по территории географическом регионе (Среднем Поволжье). Средний балл по региону оказался 100. При этом стандартное отклонение (σ) оказалось 12.

Данное выборочное ("узкое") исследование: Мы оцениваем качество преподавания математики в пределах г. Саратова – т.е. НЕБОЛЬШОЙ ЧАСТИ предварительно обследованного региона. Эта выборка могла и не войти в предыдущую («широкомасштабную») случайную выборку – на самом деле, нам это просто неизвестно. Всего ЕГЭ по математике в г. Саратове сдавали в 2013 г. 900 учеников, и их средний балл оказался 99.

19. Определить, является ли балл ЕГЭ по математике Саратовских старшеклассников статистически ниже регионального среднего балла (в коем случае, нужно принимать дисциплинарные меры к данной школе). Иными словами: сравнимы ли 900 обследованных учеников г. Саратова с простой случайной выборкой из 900 школьников из Среднего Поволжья в целом – или же их баллы статистически значимо ниже региональных?
20. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы.
21. Если (19) верно, то с какой вероятностью?
22. Определить вероятность того, что балл ЕГЭ по математике Саратовских старшеклассников отличается от регионального (неважно, в какую сторону)
23. Подробно прокомментировать и интерпретировать результаты – в том числе, в отношении предварительно сформулированных гипотез.

УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 24 – 27:

Мы изучали загрязненность воздуха во всех корпусах СГТУ и взяли пробы во всех помещениях всех корпусов (кроме 5-го). При этом посеы проб на чашки Петри показали, что в среднем за 5 дней в каждой чашке выросло по 4 колонии (несмещенная, или стандартная, дисперсия = 1.88). После этого мы взяли пробы в 5-м корпусе и получили следующие данные по количеству выросших в чашках Петри колоний патогенных микроорганизмов:

- 1, 1, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 1, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 2, 2, 1, 7
24. Протестировать графически нормальность данных (хотя бы приближительную!).
 25. Определить, отличается ли 5-й корпус достоверно по чистоте воздуха от университета в целом (неважно, в какую сторону). Рассчитать вероятность этого результата.
 26. Определить, является ли 5-й корпус достоверно более чистым или же более грязным, чем университет в целом. Рассчитать вероятность этого результата.
 27. Подробно прокомментировать и интерпретировать результаты – в том числе, в отношении предварительно сформулированных гипотез.

УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 28 – 36:

Мы изучали загрязненность воздуха в двух зданиях с отбором одинакового количества проб воздуха и последующим посевом в чашки Петри. Выросло следующее число колоний патогенных микроорганизмов:

- (Здание А) 1 2 2 3 3 3 3 4 4 4 4 4 5 5 5 5 6 6 7 1 2 2 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 5 5 5 5 6 6 7 1 2 2 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 5 5 5 5 6 6 7
(Здание Б) 0 1 1 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 5 5 6 0 1 1 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 5 5 6 0 1 1 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 5 5 6
28. Протестировать графически нормальность данных (хотя бы приближительную!)
29. Определить средние значения бактериального загрязнения в каждом здании.
30. Определить несмещенные дисперсии и стандартные отклонения для каждого здания.
31. Выбрать подходящий тип статистического анализа для сравнения средних величин бактериального загрязнения в двух зданиях.

32. Выбрать подходящую разновидность данного типа статистического анализа, основываясь на размерах выборок и значениях дисперсий.
 33. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы.
 34. Рассчитать число степеней свободы, значение соответствующей данному тесту статистики и сравнить с табличным значением этой статистике при данном значении степеней свободы.
 35. Сделать вывод о степени достоверности разницы средних величин бактериального загрязнения в двух зданиях.
 36. Интерпретировать данный вывод через принятие или непринятие сформулированных гипотез.
- УСЛОВИЕ ДЛЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 37 – 45:**
 Мы изучали загрязненность воздуха в двух зданиях с отбором РАЗНОГО количества проб воздуха и последующим посевом в чашки Петри. Выросло следующее число колоний патогенных микроорганизмов:
 (Здание А) 0 1 2 2 3 3 3 4 4 4 4 4 5 5 5 6 6 7 8 0 1 2 2 3 3 3 4 4 4 4 4 5 5 5 6 6 7 8 0 1 2 2 3 3 3 4 4 4 4 4 5 5 5 6 6 7 8
 (Здание Б) 0 1 2 3 3 4 4 4 5 5 5 5 6 6 6 7 7 8 8 9 10 0 1 2 3 3 4 4 4 5 5 5 5 6 6 6 7 7 8 8 9 10 0 1 2 3 3 4 4 4 5 5 5 5 6 6 6 7 7 8 8 9 10 0 1 2 3 3 4 4 4 5 5 5 5 6 6 6 7 7 8 8 9 10
37. Протестировать графически нормальность данных (хотя бы приближительную!)
 38. Определить средние значения бактериального загрязнения в каждом здании.
 39. Определить несмещенные дисперсии и стандартные отклонения для каждого здания.
 40. Выбрать подходящий тип статистического анализа для сравнения средних величин бактериального загрязнения в двух зданиях.
 41. Выбрать подходящую разновидность данного типа статистического анализа, основываясь на размерах выборок и значениях дисперсий.
 42. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы.
 43. Рассчитать число степеней свободы, значение соответствующей данному тесту статистики и сравнить с табличным значением этой статистике при данном значении степеней свободы.
 44. Сделать вывод о степени достоверности разницы средних величин бактериального загрязнения в двух зданиях.
 45. Интерпретировать данный вывод через принятие или непринятие сформулированных гипотез.

В качестве текущей формы контроля выступает проверка правильности выполнения тестовых заданий аспирантами в порядке СРС. При этом используется следующая шкала оценивания:

- Выполнение задания «зачтено», если более половины задания выполнено верно;
- Выполнение задания «не зачтено», если \leq половины задания выполнено верно.

В качестве промежуточной формы контроля выступает зачет. К зачету допускаются обучающиеся при выполнении учебного плана. Зачет сдается в виде устного ответа по билетам, содержащим 2 - 3 вопроса. Используемые критерии оценки знаний на зачете:

«Зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,
- умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;
но в ответе могут иметься:
 - негрубые ошибки или неточности,
 - затруднения в использовании практического материала,
 - не вполне законченные выводы или обобщения.

«Не зачтено» ставится при:

- схематичном неполном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнание.

14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 3 часа из 6 часов аудиторных занятий. Используемые информационные технологии включают программные комплексы Matlab и MathCad.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Основные понятия. Планирование экспериментальных научных исследований.	лекция	Групповая дискуссия
Популяция и выборка. Средние величины выборочных наблюдений. Вариация и ошибки выборочных наблюдений.	лекция	Анализ конкретной ситуации

Основные статистические тесты для проверки достоверности результатов исследования: одна серия выборок, две серии выборок, три и более групп наблюдений.	лекция	Анализ конкретной ситуации
---	--------	----------------------------

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(позиции раздела нумеруются сквозной нумерацией и на них осуществляются ссылки из 5-13 разделов)

1. Обязательные издания

1. Новиков В.К. Методология и методы научного исследования [Электронный ресурс]: курс лекций/ Новиков В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015.— 210 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46480>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Стадницкий Г.В. Экология [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Стадницкий Г.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2014.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22548>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Клименко И.С. Концепции экологии [Электронный ресурс]: рабочий учебник/ Клименко И.С.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 98 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20192>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Дополнительные издания

4. Бекряев, В.И. Основы теории эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие / Бекряев В. И. - СПб: Российский гос. гидрометеорологический ун-тет, 2013. - 266 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14903> .- ЭБС «IPRbooks»

5. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. - 11-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2011. - 404 с. - Экземпляры всего: 50.

6. Крянев, А.В. Метрический анализ и обработка данных [Электронный ресурс]: учебное пособие / Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 280 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33374>. - ЭБС «IPRbooks».

7. Колосова Н.И. Тестовые задания по высшей математике и биологической статистике [Электронный ресурс]/ Колосова Н.И., Бахарева Г.В., Денисов Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургская государственная медицинская академия, 2012.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21870>.— ЭБС «IPRbooks».

8. Ли, Р. И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ли Р. И. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 190 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22903>. - ЭБС «IPRbooks».

9. Скворцова, Л.М. Методология научных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Скворцова Л. М. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 79 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27036>. - ЭБС «IPRbooks».

10. Ökologische, Technologische und Rechtliche Aspekte der Lebensversorgung” (EURO-ECO-2012) Abstracts, Hannover, 29-30 November 2012. Hannover: Europäische Akademie für Naturwissenschaften, 2012. – 168 p. - Режим доступа: <http://daten.nog2010.org/euro-eco-2012.pdf>

11. Ökologische, Technologische und Rechtliche Aspekte der Lebensversorgung” (EURO-ECO-2013) Abstracts, Hannover, 28-29 November 2013. Hannover: Europäische Akademie für Naturwissenschaften, 2013. – 179 p. - Режим доступа: <http://ewg-board.eu/daten/abstracts-euro-eco-2013.pdf>

12. Ökologische, Technologische und Rechtliche Aspekte der Lebensversorgung” (EURO-ECO-2014) Abstracts, Hannover, 27-28 November 2014. Hannover: Europäische Akademie für Naturwissenschaften, 2014. – 230 p. - Режим доступа: <http://ewg-board.eu/daten/euro-eco-2014-www.pdf>

3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

13. Подольский, А.Л. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине М.1.2.2 «Экспериментальный дизайн в экологических исследованиях и статистические методы обработки экологической информации» . - Режим доступа: https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/EKL/EKL_2/default.aspx

14. Подольский, А.Л. Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов по дисциплине М.1.2.2 «Экспериментальный дизайн в экологических исследованиях и статистические методы обработки экологической информации». - Режим доступа: https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/EKL/EKL_2/default.aspx

4. Периодические издания

15. Экология. – РАН, М.: Наука. - ISSN 0367-0597.

– Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8276>

16. Естественные и технические науки. – М.: «Спутник+» - ISSN 1684-2626. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9779>

17. Математическое моделирование. М.: Наука. - ISSN 0234-0879.

5. Интернет-ресурсы

18. Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений) . - Режим доступа: http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A30/0_v.html

19. Экология математическая. - Режим доступа: <http://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/EM.HTML>

20. Фундаментальные исследования. - Режим доступа: <http://www.rae.ru>

6. Источники ИОС

21. Подольский А.Л. М.1.2.2. Экспериментальный дизайн в экологических исследованиях и статистические методы обработки экологической информации. - Режим доступа: https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/EKL/EKL_2/default.aspx

7. Профессиональные базы данных

22. Интеграл – все для экологов. - Режим доступа: www.forum.integral.ru

23. Консультант плюс. - Режим доступа: www.consultant.ru

24. Гарант (информационно-правовой портал). - Режим доступа: www.garant.ru

8. Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые филиалом кафедры «Экология» на базе национального парка «Хвалынский»

25. Характеристика метеоусловий Хвалынского района (с 2006 года).

16. Материально-техническое обеспечение

Для реализации образовательной деятельности по дисциплине необходима аудитория площадью, соответствующей нормативу площади 35 м², со стандартным оснащением для ведения лекционных и практических занятий: учебной мебелью в количестве, соответствующем числу аспирантов; ноутбуком для преподавателя с лицензионным программным обеспечением, подлежащим ежегодному обновлению (Microsoft Office – Word, Power Point, Excel); проектором, экраном и раздвижными жалюзи на окнах для создания необходимого затемнения.

Перечисленное мультимедийное оборудование используется для мультимедийного сопровождения лекционного материала, коллоквиума и практических занятий (в виде демонстрации Power Point презентаций и демонстрации на проекционный экран вычислений, производимых в Microsoft Excel), а также предусматривается использование аспирантами личных калькуляторов.

Самостоятельная работа аспирантов проводится вне часов их аудиторных занятий: в домашних условиях на личных компьютерах с выходом в интернет. При отсутствии условий для выполнения самостоятельной работы в домашних условиях, аспиранты могут пользоваться компьютерными классами факультета ФЭС в свободные от проводимых в них занятий часы.

Информационное и учебно-методическое обеспечение, включая источники, которые могут быть найдены в электронно-библиотечной системе вуза и электронной информационно-образовательной среде, перечислены в разделе 15. Информационное и учебно-методическое обеспечение дисциплины осуществляется через библиотеку СГТУ имени Гагарина Ю.А., а также через электронные информационные ресурсы библиотеки на сайте www.lib.sstu.ru. Материалы УМКД дисциплины аспиранты используют через информационно-образовательную среду вуза на сайте, в которую можно зайти по ссылке <https://portal.sstu.ru>.

17. Особенности педагогической практики для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В соответствии с ч.4 «Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. №1259)» для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предлагается адаптированная программа аспирантура, которая осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Для обучающихся-инвалидов программа адаптируется в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для *слабовидящих*:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличительное устройство; задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для *глухих и слабослышащих*:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для *лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих*

все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 Науки о Земле (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденном Приказом Министерства образования и науки РФ №870 от 30 июля 2014 г.; паспортом научной специальности 03.08.16 экология (в биологии, в химии, в нефтехимии); Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 03.08.16 экология (биологические, химические, технические науки) и учебным планом СГТУ имени Гагарина Ю.А. по основной образовательной программе подготовки аспирантов.