



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
1.5.5.15


(подпись)

Фадеева Н.П.
(Ф.И.О. рук.ОП)

« 16 » марта 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой
экологии


(подпись)



« 16 » марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Компьютерные технологии в анализе экологических данных
1.5.15. Экология (Биологические науки)

Курс 2 семестр 3

лекции 8 час.

практические занятия 10

лабораторные работы _____ час.

в том числе в инт. 10 пр. 10 лаб. _____ час.

всего часов аудиторной нагрузки 18 час.

самостоятельная работа 54 час.

в том числе на подготовку к экзамену _____ час.

зачет 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 1.5.15. Экология (Биологические науки).

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Международной кафедры ЮНЕСКО «Морская экология»

протокол № 8 от « 16 » марта 2022 г.

Заведующая кафедрой: к.б.н., доцент Галышева Ю.А.

Составитель: к.б.н., доц. Мордухович

**Владивосток
2022**

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 201 г. № _____

Заведующий (ая) кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 201 г. № _____

Заведующий (ая) кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Компьютерные технологии в анализе экологических данных» предназначена для аспирантов, обучающихся по научной специальности 1.5.15. Экология (биологические науки) и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по научной специальности 1.5.15. Экология (биологические науки), учебный план подготовки аспирантов по профилю экология. Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы и 72 академических часа.

Целью освоения дисциплины является получение аспирантами теоретических знаний и практических навыков использования компьютерных технологий, программных средств для выполнения статистического анализа и обработки данных экологических исследований.

Задачи:

1. Изучить современные компьютерные технологии, применяемые при анализе данных экологических исследований с помощью методов математической статистики.

2. Получить практические навыки использования компьютерных технологий, программных средств для выполнения статистического анализа и обработки данных экологических исследований.

Интерактивные формы обучения составляют 12 часов и включают в себя (ситуационный анализ и творческие задания).

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины:

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в области экологии

- основные концепции экологии и фундаментальные проблемы загрязнения окружающей среды, природных объектов, пищевых продуктов
- нормативно-правовые принципы охраны природы, основы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы

уметь:

- осуществлять отбор и поиск современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, планировать и проводить научные исследования в области экологии
- осуществлять отбор и использовать оптимальные методы исследования природных объектов, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу исследования и выполнять полевые, лабораторные исследования при решении конкретных задач по профилю подготовки
- реализовать критический отбор и использовать оптимальные методы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
Знает	основные актуальные тематики исследования в области экологии; современные научные парадигмы экологии; причинно-следственные связи экологических проблем ; особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах; технологии поиска информации, основные поисковые системы Web of Science, Scopus, РИНЦ, основные реферативные базы данных, расчеты индексов цитирования; содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его

	<p>особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.; современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в научной деятельности в области экологии; источники научной информации;</p>
Умеет	<p>определять проблему, на решение которой направлен научное исследование, грамотно формулирует цель исследования; способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; анализировать мировоззренческие проблемы с точки зрения современных научных парадигм экологии; выявлять причинно-следственные связи и определять наиболее значимых среди них в критических ситуациях; осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии ; следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; выбрать наиболее адекватные методы по направлению исследований ; формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей; перерабатывать, анализировать и обобщать полученную информацию; самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области биологических наук с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий ;</p>
Владеет	<p>методиками анализа результатов исследования и разработки стратегий проведения исследований, организации процесса принятия решения; базовыми знаниями, применяемыми для описания явлений в различных естественных науках; Навыками анализа и технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями научной коммуникации на государственном и иностранном языках в области охраны окружающей среды и современных экологических проблем; способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития; современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями в области экологии; владеет современными методиками и широкими навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств;</p>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Компьютерные технологии в анализе экологических данных» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: практические работы и семинары

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Современные компьютерные технологии в экологии и природопользовании (2 час.),

Тема 1. Цели и задачи использования компьютерных технологий в экологии и природопользовании (1 час)

Тема 2. Анализ пакетов для статистической обработки данных (1 час)

Обзор наиболее распространенного платного и свободного программного обеспечения.

MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA.

Раздел 2. Одномерный статистический анализ (2 час.)

Тема 3. Статистическая гипотезы и их проверка (1 час.)

Статистическая гипотеза. Ошибки первого и второго рода.

Статистический критерий проверки нулевой гипотезы.

Параметрические критерии проверки гипотез.

Непараметрические критерии проверки гипотез.

Тема 4. Одномерный дисперсионный анализ (1 час.)

Сравнение нескольких средних арифметических. Общая, факторная и остаточная сумма квадратов отклонений.

Сравнение нескольких средних методом дисперсионного анализа.

Апостериорные сравнения.

Непараметрический методы сравнения совокупностей.

Раздел 3. Многомерный статистический анализ (4 час.)

Тема 5. Многомерные распределения случайных событий.

Многомерный параметрический и непараметрический анализ (3 час)

Представления о многомерном пространстве и размерности. Многомерные распределения.

Регрессионная модель и параметрический регрессионный анализ.

Метод главных компонент.

Многомерный факторный анализ. Многомерное непараметрическое шкалирование.

Тема 6. Количественные методы классификации (1 час.)

Общие представления о классификации.

Формальные основания классификации.

Методы кластер-анализа.

Дискриминантный анализ.

Анализ сходства (ANOSIM). Непараметрический многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA).

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (10 час.), в том числе в интерактивной форме (8 час.)

Занятие 1. Пакеты для статистической обработки данных (2 час/2час.)

1. MS Excel.
2. Past.
3. Primer.
4. R.
5. STATISTICA.
6. IBM SPSS Statistics

Занятие 2. Одномерный анализ (2 час.)

1. Группировка данных, описательные статистики, графическое представление данных.
2. Проверки статистических гипотез (гипотезы о законе распределения, выбраковка сомнительных значений, сравнение совокупностей, сравнение дисперсий).
3. Планирование объема совокупности.
4. Параметрический дисперсионный анализ.
5. Апостериорные сравнения.
6. Непараметрические методы сравнения совокупностей.

Занятие 3. Многомерный анализ, параметрические методы (2 час./2 час.)

1. Оценка параметров прямолинейной регрессии и построение доверительной зоны регрессии.
2. Многомерный регрессионный анализ.
3. Метод главных компонент.
4. Анализ соответствий.
5. Многомерный факторный анализ.
6. Количественные методы классификации
Кластерный анализ.
Дискриминантный анализ.

Занятие 4. Непараметрический многомерный анализ (2 час./2 час.)

Метризация пространства и меры расстояния.

Многомерное непараметрическое шкалирование.

Анализ сходства (ANOSIM). Непараметрический многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA).

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экология» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Для контроля используются следующие оценочные средства:

УО-1 – индивидуальное собеседование, в основном на экзамене;

УО-2 – коллоквиум – учебное занятие в виде коллективного собеседования;

ПР- практическая работа.

№ п/п	Контролируемые модули /разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства – наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
РАЗДЕЛ I. Современные компьютерные технологии в экологии и природопользовании					
1	Анализ пакетов для статистической обработки данных (1 час) Обзор наиболее распространенного платного и свободного программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	Знание Умение Владение	УО-2	УО-1
2	Практическое занятие №1 (3 час) Одномерный дисперсионный анализ Сравнение нескольких средних арифметических. Общая, факторная и остаточная сумма квадратов отклонений. Сравнение нескольких средних методом дисперсионного анализа. Апостериорные сравнения. Непараметрический методы сравнения совокупностей.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	Знание Умение Владение	ПР-1	УО-1

3	Практическое занятие №2 (3 час) Многомерные распределения случайных событий. Многомерный параметрический и непараметрический анализ	ПК-2 ПК-3 ОПК-1	Знание Умение Владение	ПР-2	УО-1
4	Практическое задание №4 (3 час) Количественные методы классификации Общие представления о классификации. Формальные основания классификации. Методы кластер-анализа. Дискриминантный анализ. Анализ сходства (ANOSIM). Непараметрический многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA).	ПК-2 ПК-3 ОПК-1	Знание Умение Владение	ПР-2	УО-1

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература (печатные и электронные издания)

1. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Ч.2. Компьютерный практикум. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 152 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/697994>
2. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симчера В.М.— Электрон.текстовые данные.— М.: Финансы и статистика, 2014.— 400 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18820>.
3. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Ч.1. Математические основы. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2014. - 102 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/698044>
4. Михальчук А.А., Язиков Е.Г. Многомерный статистический анализ эколого-геохимических измерений. Ч.3. Лабораторный практикум. - Томск: Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 200 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/698009>

5. Прикладной многомерный статистический анализ: Презентации для лекций и примеры решений с использованием пакета R: Учебное пособие на английском языке / Зарова Е.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 370 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-16-012133-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557578>
6. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 379 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730137&theme=FEFU>
7. Эверитт Б.С. Большой словарь по статистике. – М.: Проспект, 2012. - <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670860&theme=FEFU>
8. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica/ Н.В. Трухачева. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 379 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730137&theme=FEFU>
9. Эверитт Б.С. Большой словарь по статистике/ Б.С. Эверитт. – М.: Проспект, 2012. – 731 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670860&theme=FEFU>

Дополнительная литература

10. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика учебное пособие для вузов/ В.Е. Гмурман. – М.: Юрайт, 2010. –429 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415843&theme=FEFU>
11. Лялин, В.С. Статистика: теория и практика в Excel учебное пособие для вузов /В.С.Лялин, И.Г.Зверева, Н. Г. Никифорова. – М.: Финансы и статистика ИНФРА-М, 2010. –448 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:294755&theme=FEFU>
12. Наследов, А.Д. IBMSPSS 20 Statistics и AMOS : профессиональный статистический анализ данных/ А.Д. Наследов. – С.-Пб.: Питер, 2013. – 416 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:698490&theme=FEFU>
13. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях учебное пособие для вузов по географическим и экологическим специальностям/ Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. –416 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395124&theme=FEFU>
14. Шитиков, В.К. Рандомизация и бутстреп: статистический анализ в биологии и экологии с использованием R /В.К.Шитиков, Г.С. Розенберг. - Тольятти: «Кассандра», 2013. - 314 с. Режим доступа: <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A32/Starb.pdf>

15. Borcard, D. Numerical Ecology with R/D.Borcard, F.Gillet, P.Legendre. – Springer Science+Business Media, LLC, 2011. – 306 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-7976-6>
16. Lawal, B. Applied Statistical Methods in Agriculture, Health and Life Sciences/D/ Law al. - Springer International Publishing, 2014. – 799 p. Режим доступа: <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-05555-8>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Аспирант должен овладеть основными понятиями, методами в области экологии и использовать полученные знания и умения в профессиональной деятельности.

Аспирант должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения научной информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности, быть готовым к участию в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

Аспиранты должны

знать:

- методы научно-исследовательской деятельности
- особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме
- основные концепции и тенденции развития в области экологии, нормативно-правовые основы охраны природы и проведения экологического мониторинга и экспертизы

уметь:

- анализировать альтернативные пути решения исследовательских и практических задач и оценивать риски их реализации
- следовать основным нормам, принятым в научном общении, с учетом международного опыта
- осуществлять отбор научных достижений, критически их анализировать с учетом экологической специфики и использовать оптимальные методы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы
- владеть:
 - современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями и оптимальными технологиями преподавания
 - современными методами исследований в области экологии и смежных наук, навыками использования современной аппаратуры и нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерный класс, имеющий не менее 10 ПК с предустановленным статистическим программным обеспечением и мультимедийный проектор.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Компьютерные технологии в анализе экологических
данных»**

Компьютерные технологии в анализе экологических данных
по направлению подготовки/профилю
1.5.15. Экология (биологические науки)

**Владивосток
2022**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Весь семестр	Работа с литературой по дисциплине	30	Самоконтроль и самооценка
	Четвертая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач 1	15	Расчетно-графическая работа 1
	Восьмая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	5	Расчетно-графическая работа 2
	Двенадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	2	Расчетно-графическая работа 3
	Шестнадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	2	Расчетно-графическая работа 4



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Компьютерные технологии в анализе экологических
данных»

Компьютерные технологии в анализе экологических данных
по направлению подготовки/профилю
1.5.15. Экология (биологические науки)

Владивосток
2022

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	Знает	Современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий в научной деятельности в области экологии
	Умеет	Самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области биологических наук с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	Владеет	современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями в области экологии
<p>ПК-2: способность к анализу имеющейся научной информации, выявлению фундаментальных проблем, постановке задачи и выполнению полевых, лабораторных исследований при решении конкретных задач по экологии</p>	Знает	теоретические и практические разделы современного естествознания и содержание основных концепций экологии
	Умеет	анализировать имеющуюся научную информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачи исследования, выполнять полевые, лабораторные исследования при решении конкретных задач по экологии; отбирать и использовать оптимальные методы исследования и статистического анализа природных объектов
	Владеет	владеет современными методиками и широкими навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств
<p>ПК-3: готовность понимать и творчески использовать в научной деятельности знания основных принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	Знает	систему нормативно-правовых принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы
	Умеет	критически отбирать и использовать оптимальные методы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы
	Владеет	навыками самостоятельного использования компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач

			Оценочные средства
--	--	--	--------------------

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные пакеты для статистической обработки данных наиболее часто используемые в экологии	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	Знает: содержание основных пакетов распространенного платного и свободного программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).	Семинар	зачет
			Умеет: пользоваться и выбирать адекватные методы из пакетов программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).		
			Владеет: информацией об основных методах и принципах работы программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).		
2	Одномерный дисперсионный анализ	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-2	Знает: основные процедуры стандартной статистики (сравнение нескольких средних арифметических. общая, факторная и остаточная сумма квадратов отклонений; сравнение нескольких средних методом дисперсионного анализа; апостериорные сравнения; непараметрический методы сравнения совокупностей).	Выполнение практической работы	зачет
			Умеет: выбрать и адаптировать для обработки количественных данных необходимый анализ сравнения		
			Владеет: разными методами сравнения совокупностей данных		
3	Многомерные распределения случайных событий. Многомерный параметрический и непараметрический анализ	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	Знает: виды многомерных распределений случайных событий	Выполнение практической работы	зачет
			Умеет: провести выбрать и провести многомерный параметрический и непараметрический анализ		
			Владеет: методиками многомерный параметрического и непараметрического анализа		
4	Количественные методы классификации Общие представления о классификации.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	Знает: количественные методы классификации	Выполнение практической работы	зачет
			Умеет: выбирать для обработки экологических данных наиболее адекватный методы классификации.		

	Формальные основания классификации. Методы кластер-анализа. Дискриминантный анализ. Анализ сходства (ANOSIM). Непараметрический многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA).		Владеет: методами кластер-анализа, дискриминантного анализа; анализа сходства (ANOSIM); непараметрического многомерного дисперсионного анализа (PERMANOVA).		
--	---	--	--	--	--

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	знает (пороговый уровень)	требования, предъявляемые к применению современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в области экологии	применение современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий в научной деятельности в области экологии	основные процедуры стандартной статистики; виды многомерных распределений случайных событий ; количественные методы классификации
	умеет (продвинутой)	провести отбор и использование методов с учетом тематики научного исследования	отбор и использование современных методов исследования и информационно-статистических методов обработки экологических данных	пользоваться и выбирать адекватные методы из пакетов программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA); методы количественной классификации.
	владеет (высокий)	современными методами исследования и информационно-коммуникационными технологиями в области экологии	разными методами сравнения совокупностей данных	методы кластер-анализа, дискриминантного анализа; анализа сходства (ANOSIM); непараметрического многомерного дисперсионного анализа (PERMANOVA).
ПК-2: способность к анализу имеющейся научной информации, выявлению	знает (пороговый уровень)	теоретические и практические разделы современного естествознания и содержание основных концепций экологии	раскрывает полное содержание теоретических и практических разделов современного естествознания и	основные концепции экологии; фундаментальные экологические проблемы, отбирать и использовать оптимальные методы

<p>фундаментальны х проблем, постановке задачи и выполнению полевых, лабораторных исследований при решении конкретных задач по экологии</p>			основных концепций экологии	исследования и статистического анализа природных объектов
	<p>умеет (продвинуты й)</p>	<p>анализировать имеющуюся научную информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачи исследования, выполнять полевые, лабораторные исследования при решении конкретных задач по экологии; отбирать и использовать оптимальные методы исследования и статистического анализа природных объектов</p>	<p>осуществляет отбор и использование оптимальных методов исследования и статистического анализа природных объектов</p>	<p>оптимальные методы исследования и статистического анализа экологических данных</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>владеет отдельными навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств</p>	<p>владеет современными методиками и навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств</p>	<p>навыки статистической обработки экологических данных</p>
<p>ПК-3: готовность понимать и творчески использовать в научной деятельности знания основных принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>систему нормативно- правовых принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	<p>нормативно-правовые принципы охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	<p>знание системы нормативно-правовых принципов охраны природы, процедуры проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>
	<p>умеет (продвинуты й)</p>	<p>критически отбирать и использовать оптимальные методы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	<p>осуществляет критический отбор методов проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы</p>	<p>критический отбор и использование оптимальных методов проведения экологического мониторинга и экологической</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>навыками самостоятельного использования компьютерных технологий для решения научно- исследовательских и производственно-</p>	<p>навыками проведения экологического мониторинга, обработки полученной информации</p>	<p>основными принципами охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы, хранения, обработки</p>

		технологических задач		и статистической оценки экологической информации
--	--	-----------------------	--	--

Согласно приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня», кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству), высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

наименование дисциплины;

код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету

1. Описательные статистики.
2. Логические основания проверки статистических гипотез.
3. Параметрические критерии проверки статистических гипотез.
4. Непарметрические критерии проверки статистических гипотез.
5. Планирование объемов выборок.
6. Дисперсионный анализ.
7. Непарметрические аналоги дисперсионного анализа.
8. Многомерные распределения, корреляция.
9. Параметрический регрессионный анализ.
10. Метод главных компонент.
11. Многомерный факторный анализ.
12. Метризация пространства и меры расстояния.
13. Кластерный анализ.
14. Дискриминантный анализ.
15. Многомерное непарметрическое шкалирование.
16. Компьютерные технологии в экологии и природопользовании – цели, задачи, области применения.
17. Анализ работы в одном из статистических пакетов (STATISTICA, Past, Primer, R).

Оценочные средства для текущего контроля

Раздел 1. Современные компьютерные технологии в экологии и природопользовании

1 Цели, задачи, основные направления использования КТ в экологии и природопользовании

2 Виды программного обеспечения

3 Современные пакеты для статистической обработки данных, общая характеристика, плюсы и минусы

Раздел 2. Одномерный статистический анализ

- 1 Описательные статистики, статистическая гипотеза и ее проверка
- 2 Проверка гипотез о равенстве средних, дисперсий, соответствия теоретическому закону распределения. Параметрические критерии проверки гипотез.
- 3 Непараметрические критерии проверки гипотез.
- 4 Одномерный дисперсионный анализ
- 5 Непараметрические методы сравнения совокупностей

Раздел 3. Многомерный статистический анализ

- 1 Регрессионная модель и параметрический регрессионный анализ.
- 2 Метод главных компонент.
- 3 Многомерный факторный анализ. Многомерное непараметрическое шкалирование
- 4 Методы кластер-анализа. Дискриминантный анализ.
- 5 Анализ сходства (ANOSIM). Непараметрический многомерный дисперсионный анализ (PERMANOVA).

Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

по дисциплине **Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании**

Задача (задание) 1 В морской воде прибрежной полосы Радужного моря на 7 станциях в 3-х повторах определялись концентрации кислорода и растворённого органического вещества (мг/л). Станции располагались перпендикулярно берегу, через каждые 50 метров, станция 7 - ближайшая к берегу.

Станция	Кислород			POB		
	1	6,08	5,99	5,98	13,23	12,09
2	5,98	5,98	6,00	13,8	13,20	11,20
3	6,01	5,97	5,97	14,02	14,7	14,21
4	5,96	5,98	5,99	14,01,	14,8	14,84
5	5,94	5,96	5,98	15,5	14,9	14,65
6	5,96	5,95	5,93	15,06	14,92	15,08
7	5,92	5,94	5,94	15,06	15,01	16,01

Необходимо: Определить средние концентрации на каждой станции,

ошибки средних. Построить гистограмму отражающую средние концентрации (ошибки средних) на каждой станции.

Задача (задание) 2. В морской воде прибрежной полосы Радужного моря на 7 станциях в 3-х повторах определялись концентрации кислорода и растворённого органического вещества (мг/л). Станции располагались перпендикулярно берегу, через каждые 50 метров, станция 7 - ближайшая к берегу.

Станция	Кислород			РОВ		
	1	6,08	5,99	5,98	13,23	12,09
2	5,98	5,98	6,00	13,8	13,20	11,20
3	6,01	5,97	5,97	14,02	14,7	14,21
4	5,96	5,98	5,99	14,01,	14,8	14,84
5	5,94	5,96	5,98	15,5	14,9	14,65
6	5,96	5,95	5,93	15,06	14,92	15,08
7	5,92	5,94	5,94	15,06	15,01	16,01

Необходимо: Определить корреляцию между концентрациями кислорода и РОВ и между концентрациями и степенью удаления от берега. Провести регрессионный анализ между концентрациями

Задача (задание) 3 Результаты мониторинга состояния вод Амурского залива (АПАВ – поверхностный слой; Т, НУ – донные осадки, остальное – придонный слой)

станция	Гл [м]	Сол [psu]	O ₂ [%]	T [°C]	Рмин, мкг/л	NH ₄ ⁺ [мкг/л]	NO ₃ ⁻ [мкг/л]	Фенолы [мкг/л]	АПАВ, [мкг/л]	НУ	БПК ₅ [мг/л]	pH	Число видов	Биом [kg/m ²]
1	189	21,2	79,5	6,7	18	20,2	11,8	53,1	320,6	2,9	0,2	8,2	21,3	1,4
2	107	30,2	44,9	7,0	53	12,8	46,7	23,3	156,6	2,3	3,4	7,8	38,0	0,2
3	286	30,5	92,2	0,7	102	11,0	47,7	34,3	83,9	1,3	1,1	7,8	25,6	3,0
4	158	29,7	74,2	7,7	111	6,4	23,7	40,5	162,4	2,3	1,6	8,7	57,6	1,4
5	114	29,7	56,6	1,0	30	20,1	2,6	53,7	469,2	0,3	0,6	8,0	34,0	2,2
6	162	25,0	58,0	4,4	10	26,3	31,0	57,1	342,0	0,6	3,6	8,1	37,2	3,0
7	98	24,7	36,3	8,2	23	2,9	38,7	11,5	194,4	2,5	4,2	7,8	17,1	2,2
8	72	24,2	87,1	9,2	127	1,3	44,4	34,2	54,7	2,7	1,3	8,6	18,1	2,4
9	104	29,8	34,6	3,9	107	25,1	41,7	25,1	235,3	2,3	5,0	8,6	62,5	0,2
10	150	31,7	0,1	0,8	108	10,9	27,6	67,4	86,5	2,6	4,1	7,8	81,3	1,6
11	57	25,9	22,5	3,9	141	4,8	32,4	33,5	466,8	0,5	1,3	8,1	47,3	1,1
12	12	26,4	73,3	6,3	118	27,4	18,6	22,8	373,0	1,7	4,1	8,5	33,5	2,5
13	46	33,6	81,4	8,2	43	6,8	23,2	63,8	178,2	1,4	0,1	7,8	81,8	0,0
14	194	25,1	3,2	8,9	141	18,2	37,6	65,6	271,2	1,2	1,9	8,6	24,0	0,7

15	200	29,7	87,9	9,1	61	23,7	6,5	59,8	470,0	2,7	4,6	7,8	17,1	1,9
16	91	25,3	36,0	9,8	103	3,3	17,7	0,7	302,1	0,5	3,0	7,9	25,5	2,6
17	78	27,0	61,1	4,5	136	16,8	16,6	57,7	483,9	2,4	1,2	8,5	39,9	2,6
18	185	32,9	46,6	4,4	138	27,8	31,2	12,8	8,8	2,3	1,0	8,0	70,6	1,6
19	27	25,5	7,0	7,6	123	23,2	41,7	13,3	16,0	0,9	1,2	8,4	73,7	2,2
20	196	26,4	84,4	7,5	19	11,4	33,6	28,8	305,2	1,1	2,8	8,5	59,8	2,6

Необходимо: Провести ординацию методами РСА, Анализа соответствий, Факторного анализа.