




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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК


«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Экология»

  
(подпись) Фадеева Н.П.  
(Ф.И.О.)  
«12» сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
экология

  
(подпись) Гальшева Ю.А.  
(Ф.И.О.)  
«12» сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**

Компьютерные технологии в анализе экологических данных

**Направление подготовки 06.06.01 Биологические науки**  
профиль  
«Экология»

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Форма подготовки (очная)**

курс   2   семестр   3    
лекции   8   час. /    з.е.  
практические занятия   10   час. /   0,5   з.е.  
лабораторные работы    час. /    з.е.  
с использованием МАО лек.    / пр.    / лаб.    час.  
всего часов контактной работы    час.  
в том числе с использованием МАО    час., в электронной форме    час.  
всего часов аудиторной нагрузки   18   (час.) /   0,5   з.е.  
самостоятельная работа   90   (час.) /   2,5   з.е.  
с использованием МАО лек.    / пр.    / лаб.    час.  
всего часов контактной работы    час.  
в том числе с использованием МАО    час., в электронной форме    час.  
контрольные работы (количество)   4    
курсовая работа / курсовой проект   нет   семестр  
зачет   3   семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 02 июля 2014 г. № 871

.Программа обсуждена на заседании кафедры экологии, протокол № 5 от «25» мая 2018г.

Заведующая кафедрой: Ю.А. Гальшева

Составитель: канд. биол. наук, доцент, доцент каф. экологии В.В. Мордухович

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от «07» июня 2019г. № 16

Заведующий кафедрой /директор академического департамента

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Гальшева Ю. А.  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от « 14 » сентября \_\_\_\_\_ 20 20 г. № 1

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Гальшева Ю.А.  
(И.О. Фамилия)

**III Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от «13» сентября 2021 г. № 1

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ю.А. Гальшева  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Компьютерные технологии в анализе экологических данных» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Экология» 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 направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, учебный план подготовки аспирантов по профилю экология. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы и 108 академических часов.

**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

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1:</b> Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных	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

технологий		технологиями в области экологии
ПК-2: способность к анализу имеющейся научной информации, выявлению фундаментальных проблем, постановке задачи и выполнению полевых, лабораторных исследований при решении конкретных задач по экологии	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
ПК-3: готовность понимать и творчески использовать в научной деятельности знания основных принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	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

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.

Непараметрические 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./2час.)**

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	<b>Анализ пакетов для статистической обработки данных</b> (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) <b>Одномерный дисперсионный анализ</b> 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) <b>Многомерные распределения случайных событий.</b> Многомерный параметрический и непараметрический анализ	ПК-2 ПК-3 ОПК-1	Знание Умение Владение	ПР-2	УО-1
4	Практическое задание №4 (3 час) <b>Количественные методы классификации</b> 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. –731с. <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.Borcart, D. Numerical Ecology with R/D.Borcard, F.Gillet, P.Legendre. – Springer Science+Business Media, LLC, 2011. – 306 p. Режимдоступа: <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»**  
(ДФУ)

---

**школа естественных наук**

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

**Направление подготовки / 06.06.01, Биологические науки, Экология**

Образовательная программа «Экология»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2018**

## 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	40	Самоконтроль и самооценка
	Четвертая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач  1	20	Расчетно- графическая работа 1
	Восьмая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	10	Расчетно- графическая работа 2
	Двенадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	10	Расчетно- графическая работа 3
	Шестнадцатая неделя	Проработка теоретических вопросов и отработка навыков решения практических задач	10	Расчетно- графическая работа 4



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

---

**школа естественных наук**

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

**Направление подготовки / 06.06.01, Биологические науки, Экология**

Образовательная программа «Экология»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2018**



## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-1:</b> Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	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
<b>ПК-2:</b> способность к анализу имеющейся научной информации, выявлению фундаментальных проблем, постановке задачи и выполнению полевых, лабораторных исследований при решении конкретных задач по экологии	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
<b>ПК-3:</b> готовность понимать и творчески использовать в научной деятельности знания основных принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	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

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация

1	Основные пакеты для статистической обработки данных наиболее часто используемые в экологии	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	<b>Знает:</b> содержание основных пакетов распространенного платного и свободного программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).	Семинар	зачет
			<b>Умеет:</b> пользоваться и выбирать адекватные методы из пакетов программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).		
			<b>Владеет:</b> информацией об основных методах и принципах работы программного обеспечения (MS Excel, Past, Primer, R, STATISTICA).	Выполнение практической работы	зачет
2	Одномерный дисперсионный анализ	ОПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-2	<b>Знает:</b> 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
			<b>Умеет:</b> выбрать и адаптировать для обработки количественных данных необходимый анализ сравнения		
			<b>Владеет:</b> разными методами сравнения совокупностей данных		
3	Многомерные распределения случайных событий. Многомерный параметрический и непараметрический анализ	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	<b>Знает:</b> виды многомерных распределений случайных событий	Выполнение практической работы	зачет
			<b>Умеет:</b> провести выбрать и провести многомерный параметрический и непараметрический анализ		
			<b>Владеет:</b> методиками многомерный параметрического и непараметрического анализа		
4	Количественные методы классификации Общие представления о классификации. Формальные основания классификации. Методы кластер-анализа. Дискриминантный анализ.	ОПК-1 ПК-2 ПК-3	<b>Знает:</b> количественные методы классификации	Выполнение практической работы	зачет
			<b>Умеет:</b> выбирать для обработки экологических данных наиболее адекватный методы классификации.		
			<b>Владеет:</b> методами кластер-анализа, дискриминантного анализа, анализа сходства (ANOSIM); непараметрического многомерного дисперсионного анализа (PERMANOVA).		

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

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели
<b>ОПК-1:</b> 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).
<b>ПК-2:</b> способность к анализу имеющейся научной информации, выявлению фундаментальных проблем, постановке задачи и выполнению полевых, лабораторных исследований при решении	знает (пороговый уровень)	теоретические и практические разделы современного естествознания и содержание основных концепций экологии	раскрывает полное содержание теоретических и практических разделов современного естествознания и основных концепций экологии	основные концепции экологии; фундаментальные экологические проблемы, отбирать и использовать оптимальные методы исследования и статистического анализа природных объектов
	умеет (продвинутой)	анализировать имеющуюся научную информацию, выявлять	осуществляет отбор и использование оптимальных методов исследования и	оптимальные методы исследования и статистического анализа

конкретных задач по экологии		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	статистического анализа природных объектов	экологических данных
	владеет (высокий)	владеет отдельными навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств	владеет современными методиками и навыками использования современной аппаратуры и вычислительных средств	навыки статистической обработки экологических данных
<b>ПК-3:</b> готовность понимать и творчески использовать в научной деятельности знания основных принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	знает (пороговый уровень)	систему нормативно-правовых принципов охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	нормативно-правовые принципы охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	знание системы нормативно-правовых принципов охраны природы, процедуры проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы
	умеет (продвинутой)	критически отбирать и использовать оптимальные методы проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	осуществляет критический отбор методов проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы	критический отбор и использование оптимальных методов проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы
	владеет (высокий)	навыками самостоятельного использования компьютерных технологий для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач	навыками проведения экологического мониторинга, обработки полученной информации	основными принципами охраны природы, проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы, хранения, обработки 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. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез.
5. Планирование объемов выборок.

6. Дисперсионный анализ.
7. Непараметрические 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 непараметрическое 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	12,98
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	12,98
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 <sub>2</sub> [%]	T [°C]	Рмин, мкг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> [мкг/л]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [мкг/л]	Фенолы [мкг/л]	АПАВ, [мкг/л]	НУ	БПК <sub>5</sub> [мг/л]	pH	Число видов	Биом [kg/m <sup>2</sup> ]
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.



