

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт экологии и природопользования



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология и моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com ; доцент, к.н. Чижикова Н.А. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Nelly.Chizhikova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-2	способностью применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче географической информации и для решения научно-исследовательских и производственно-технологических задач профессиональной деятельности
ОПК-6	владением методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
ПК-1	способностью формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных, реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности, обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний и формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований
ПК-3	владением основами проектирования, экспертно-аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов
ПК-4	способностью использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

современные компьютерные технологии, применяемые при обработке и анализе информации в области экологии и природопользования

Должен уметь:

самостоятельно выбирать подходящие методы статистического анализа и моделирования, проверять выполнение условий их применения, выбирать программные средства, реализующие эти методы

Должен владеть:

навыками работы с компьютерными программами статистической обработки данных и моделирования

Должен демонстрировать способность и готовность:

-

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Системная экология и моделирование)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Методы описательной статистики. Проверка гипотез. Исследование связи количественных признаков. Корреляционный анализ и регрессионный анализ. Статистическое программное обеспечение. Язык и среда статистического программирования R.	1	6	0	2	12
2.	Тема 2. Программы на языке R. Создание на языке R скрипта для статистического описания набора одномерных выборок. Реализация на языке R проверки статистических гипотез.	1	0	0	6	12
3.	Тема 3. Реализация на языке R исследования связи количественных признаков. Построение линейной регрессии. Реализация на языке R обобщенной линейной модели.	1	0	0	5	12
4.	Тема 4. Реализация на языке R моделирования нелинейных зависимостей. Сравнение моделей.	1	0	0	5	12
	Итого		6	0	18	48

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Методы описательной статистики. Проверка гипотез. Исследование связи количественных признаков. Корреляционный анализ и регрессионный анализ. Статистическое программное обеспечение. Язык и среда статистического программирования R.**

Лекция 1.

Классификация типов данных. Шкалы измерений. Методы описательной статистики (таблицы частот, гистограммы, описательные статистики). Параметрические и непараметрические методы, гипотеза о нормальности распределения. Проверка гипотез. Дисперсионный анализ. Статистическое программное обеспечение.

Лекция 2.

Язык и среда статистического программирования R. Проект GNU, программная среда с открытым исходным кодом, свободно распространяемый продукт, сайт разработчиков (The Comprehensive R Archive Network). Библиотеки R, поддерживаемые методы. Установка программы, загрузка и установка пакетов. Основные операторы. Данные в R (объекты, типы данных, чтение данных из текстовых файлов, сохранение данных, таблицы произвольной структуры, генерация данных). Управление объектами. Арифметика и простые функции, операции с матрицами. Графики в R.

Лекция 3.

Исследование связи количественных признаков. Корреляционный анализ. Простая линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Общая линейная модель. Обобщенная линейная модель. Обобщенная аддитивная модель. Анализ остатков. Коэффициент детерминации. Выбор наилучшего подмножества регрессоров. Информационные критерии (AIC, BIC), коэффициент возрастания дисперсии (VIF). Сравнение моделей. Интерпретация моделей.

## **Тема 2. Программы на языке R. Создание на языке R скрипта для статистического описания набора одномерных выборок. Реализация на языке R проверки статистических гипотез.**

Лабораторное занятие 2, 3.

Написание на языке R скрипта для статистического описания набора одномерных выборок: Программы на языке R. Редактор Tinn-R. Операторы цикла. Пользовательские функции. Загрузка данных. Последовательное формирование выборок и их анализ. Вывод результатов в текстовые и графические файлы. Интерпретация результатов статистического описания.

Лабораторное занятие 4, 5.

Реализация на языке R проверки статистических гипотез: Генерация данных. Проверка гипотез. Проверка гипотезы о равенстве дисперсий (критерий Фишера.). Проверка гипотезы о равенстве матожиданий (критерий Стьюдента). Вывод результатов с использованием условного оператора. Дисперсионный анализ. Реализация на языке R исследования связи двух количественных признаков. Корреляционный анализ.

## **Тема 3. Реализация на языке R исследования связи количественных признаков. Построение линейной регрессии. Реализация на языке R обобщенной линейной модели.**

Лабораторное занятие 6, 7.

Реализация на языке R исследования связи количественных признаков. Построение простой линейной регрессии. Функция `lm()`, параметры и их использование. Анализ остатков. Диаграмма рассеяния, визуализация построенной модели, стандартный графический вывод, построение дополнительных графиков. Прогноз, функция `predict()`. Преобразование переменных. Интерпретация полученных результатов. Построение множественной линейной регрессии и ее анализ. Отклонения от предположений линейной модели (коллинеарность, ее влияние на результаты моделирования, VIF, выбор регрессоров). Анализ зависимостей и нелинейностей в остатках, гетерогенности (зависимость дисперсии остатков от модельного матожидания), пространственной и временной корреляции).

Лабораторное занятие 8, 9.

Реализация на языке R обобщенной линейной модели. Скалярные переменные и факторы, преобразование. Запись линейного предиктора, знаки арифметических операций и пр., операция `I()`. Возможность динамического формирования формул. Функция `glm()`. Параметры функции, анализ остатков, *overdispersion*, прогноз. Выбор наилучшего подмножества регрессоров. Информационные критерии (AIC, BIC), коэффициент возрастания дисперсии (VIF). Интерпретация результатов.

## **Тема 4. Реализация на языке R моделирования нелинейных зависимостей. Сравнение моделей.**

Лабораторное занятие 10, 11.

Реализация на языке R моделирования нелинейных зависимостей. Обобщенная аддитивная модель, функция `gam()`. Оценка оптимальной степени сглаживания с использованием перекрестной проверки. Оценка нелинейности, эффективное число степеней свободы. Управление сглаживанием, выбор базиса. Анализ остатков. Выбор наилучшего подмножества регрессоров. Информационные критерии, коэффициент VIF. Интерпретация результатов.

Лабораторное занятие 12, 13.

Реализация на языке R сравнения моделей, функция `anova()`, сравнение моделей с использованием информационных критериев, функция `AIC()`.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.





### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.06 "Экология и природопользование" и магистерской программе "Системная экология и моделирование".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.3 Компьютерные технологии и статистические методы в  
экологии и природопользовании

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология и моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Балдин К.В., Рукосуев А.В. Общая теория статистики: учебное пособие. Изд-во: Дашков и К, 2012. - 312 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415208>
2. Статистика: Учебное пособие / О.А. Шумак, А.В. Гераськин. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2012. - 311 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=261152>
3. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R). - Казань: Казанский ун-т, 2012. - 120с.
4. Савельев А.А., Мухарамова С.С., Пилюгин А.Г., Чижикова Н.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R). - Казань: Казанский ун-т, 2012. - 120с. - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=59674](http://kpfu.ru/publication?p_id=59674), <http://shelly.ksu.ru/e-ksu/docs/F1387902447/geostat-2012.pdf>

**Дополнительная литература:**

1. Гвоздева В. А. Базовые и прикладные информационные технологии: Учебник / В.А. Гвоздева. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 384 с <http://znanium.com/bookread2.php?book=428860>
2. Буре, В.М. Теория вероятностей и математическая статистика. [Электронный ресурс] / В.М. Буре, Е.М. Парилина. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 416 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/10249> ? Загл. с экрана.



*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.3 Компьютерные технологии и статистические методы в  
экологии и природопользовании*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология и моделирование

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.