

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и биотехнологии

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## 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): ведущий научный сотрудник, д.н. (профессор) Савельев А.А. (ВНИЛ РНФ-22-184-ВП, кафедра моделирования экологических систем), Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com ; доцент, к.н. (доцент) Чижикова Н.А. (Кафедра моделирования экологических систем, Отделение экологии), Nelly.Chizhikova@stud.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:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-3	Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности
ОПК-5	Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные методы оценки статистической значимости различий, и основные методы регрессионного и дисперсионного анализа

знать основные структуры данных для представления информации в компьютере, и базовые методы статистической обработки и анализа

Должен уметь:

применять основные методы оценки статистической значимости различий, и основные методы регрессионного и дисперсионного анализа

уметь правильно выбрать структуры данных для представления информации в компьютере, и применять базовые методы статистической обработки и анализа

Должен владеть:

основными методами оценки статистической значимости различий, и основные методы регрессионного и дисперсионного анализа в среде R

владеть методами представления экологических данных в компьютере, и базовыми программными средствами в среде R для их статистической обработки и анализа

-

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Системная экология, цифровые и дистанционные методы)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

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 - 29 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 43 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	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
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	10	0	0	0	2	0	13
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	0	0	6	0	10
3.	Тема 3. Реализация на языке R исследования связи количественных признаков. Построение линейной регрессии. Реализация на языке R обобщенной линейной модели.	1	0	0	0	0	5	0	10
4.	Тема 4. Реализация на языке R моделирования нелинейных зависимостей. Сравнение моделей.	1	0	0	0	0	5	0	10
	Итого		10	0	0	0	18	0	43

**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.**

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.

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.

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.**

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.

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.**

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).

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.**

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.

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.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Вероятностно-статистические основы современных статистических методов -

[http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0\\_%D1%](http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%)

Гланц С. Медико-биологическая статистика. Электронная книга. -

<http://ru.scribd.com/doc/19937791/SGlantz-MedBiolStatistics>

Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 496 с. - [http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Br2\\_cont.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Br2_cont.htm)

Математический образовательный сайт - [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru)

Обучающий сайт по статобработке - <http://stattrek.com/>

Портал Машинное обучение - <http://www.machinelearning.ru/>

Сайт по биоинформатике - <http://bioinformatics.ru/>

Сайт разработчиков языка статистического программирования R - <http://cran.r-project.org/>



Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Методические указания для лекционных занятий: -рекомендуется вести конспектирование учебного материала -обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации -желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. -задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
лабораторные работы	Рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям: -изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях и Интернете. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. -дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Во время практических занятий: -нарабатывать навыки работы с программой R -задавать преподавателю уточняющие вопросы, и вопросы по материалу, вызывающему затруднения
самостоятельная работа	Для выполнения заданий потребуются знания, полученные на лекциях и лабораторном занятии по данной дисциплине. Потребуется повторить материалы курса бакалавриата "Теория вероятностей и мат. статистика", использовать основную и дополнительную литературу, интернет-ресурсы. Необходимо загрузить установочный файл R-*-.win.exe с сайта разработчиков языка статистического программирования R ( <a href="http://cran.r-project.org/">http://cran.r-project.org/</a> ). Установить программу R на компьютер. Загрузить и установить пакеты. Ознакомиться со справочной документацией.
экзамен	Рекомендации при подготовке к экзамену: При подготовке к экзамену изучить основную и дополнительную литературу, изучить конспекты лекций и материал наработанный во время практических занятий, устного опроса и выполнения домашнего задания, проработать менее запомнившиеся темы и вопросы, которые возникали во время изучения дисциплины.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 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, цифровые и дистанционные методы".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.05 Компьютерные технологии и статистические методы в  
экологии и биотехнологии

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

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Системная экология, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

**Основная литература:**

1. Балдин, К. В. Общая теория статистики : учебное пособие / К. В. Балдин, А. В. Рукоусев. - 3-е изд., стер. - Москва: Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2020. - 312 с. - ISBN 978-5-394-03462-6. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1093194> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Шумак, О. А. Статистика: учебное пособие / О.А. Шумак, А.В. Гераськин. - Москва: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 311 с.: ил.; - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01048-8. - Текст : электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1002740> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Савельев, А. А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): учебное пособие / А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин, Н.А. Чижикова. - Казань: Казанский федеральный университет, 2012. - 120 с. - Текст : электронный. - URL: [http://kpfu.ru/docs/F1335879666/saveliev2012\\_geostat.pdf](http://kpfu.ru/docs/F1335879666/saveliev2012_geostat.pdf) (дата обращения: 06.03.2020).
4. Мاستицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. - М.: ДМК Пресс, 2015. - 496 с. URL: [http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A38/R\\_Mast.htm](http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A38/R_Mast.htm). - Режим доступа: открытый.

**Дополнительная литература:**

1. Гвоздева, В. А. Базовые и прикладные информационные технологии: учебник / В.А. Гвоздева. - Москва: ИД 'ФОРУМ': ИНФРА-М, 2019. - 383 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-107668-2. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/1019243> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Буре, В. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. М. Буре, Е. М. Парилина. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 416 с. - ISBN 978-5-8114-1508-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/10249> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Наглядная статистика. Используем R! : монография / А.Б. Шипунов, Е.М. Балдин, П.А. Волкова [и др.]. - Москва: ДМК Пресс, 2012. - 298 с. - ISBN 978-5-94074-828-1 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940748281.html> (дата обращения: 06.03.2020). - Режим доступа : по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.О.05 Компьютерные технологии и статистические методы в*  
*экологии и биотехнологии*

**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, цифровые и дистанционные методы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.