

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Регрессионный анализ данных и нейронные сети в экологии

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: 2025

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): доцент, к.н. Гильфанов А.К. (Кафедра моделирования экологических систем, Отделение экологии), artur.gilfanov@kpfu.ru ; главный научный сотрудник, д.н. Савельев А.А. (Учебно-научная лаборатория "Центр агро- и экбобиотехнологий", Институт экологии, биотехнологии и природопользования), Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com

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
ПК-1	Способен планировать и вести научно-исследовательскую деятельность по решению экологических задач аналитического характера, управлять исследовательской группой и результатами исследований
ПК-2	Способен выполнять работы по территориальному планированию земель с применением методов пространственного анализа и моделирования, данных дистанционного зондирования Земли, проектировать геопространственные базы данных

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

знать современные модели и методы регрессионного анализа для определения закономерностей

знать современные статистические модели и методы анализа данных

Должен уметь:

уметь применять современные модели и методы регрессионного анализа для определения закономерностей

уметь применять современные статистические модели и методы анализа данных, в т.ч. пространственных.

Должен владеть:

владеть современными моделями и методами регрессионного анализа для определения закономерностей в среде R.

владеть современными приемами статистического моделирования данных.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные навыки работы с данными, нести ответственность за результаты исследования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.05 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Системная экология, цифровые и дистанционные методы)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений. Осваивается на 1 курсе в 2 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 - 31 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 20 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 77 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 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-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. R как вычислительная среда.	2	2	0	5	0	0	0	14
2.	Тема 2. Линейная модель.	2	2	0	3	0	0	0	14
3.	Тема 3. Нелинейные модели.	2	2	0	3	0	0	0	14
4.	Тема 4. Методы работы с гетерогенными данными.	2	2	0	3	0	0	0	14
5.	Тема 5. Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.	2	1	0	3	0	0	0	7
6.	Тема 6. Временная и пространственная корреляция.	2	1	0	3	0	0	0	14
	Итого		10	0	20	0	0	0	77

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. R как вычислительная среда.

R как вычислительная среда. Структуры данных, чтение и запись таблиц, запись текстовых файлов, создание и сохранение графических иллюстраций. Доступ к справочной системе. Структуры данных - функции data.frame(), list(), matrix(), array(), vector(), rep(), str(), head(); доступ к элементам. Ввод/вывод - функции read.table(), write.table(), hist(), plot(), points(), legend(). Манипуляции данными - индексы (логические и числовые), доступ по именам (списки, dimnames), обработка данных - функции merge(), apply(), aggregate(), tapply(), lapply(), unlist(). Выражения, присваивание. Формулы, возможность динамической компиляции.

Тема 2. Линейная модель.

Линейная модель. Факторы и контрасты. Запись моделей (формулы). Функция lm() и ее параметры. Анализ результатов, функции доступа к ним - summary(), coef(), residuals(). Графическое представление результатов и его анализ, функция plot(). Предположения и ограничения линейной модели, их проверка (линейность, коллинеарность, гетероскедастичность), обобщенно-линейные модели. Анализ остатков. Выбор параметров, функции drop1(), add1(). Сравнение моделей, функция anova().

Тема 3. Нелинейные модели.

Нелинейные модели. Библиотеки mscv и gam. Непараметрическая модель loess(). Сплайны, сплайны с пенальти, перекрестная проверка и обобщенная перекрестная проверка. При наличии существенной нелинейности в зависимости вместо простой линейной модели используют эмпирическую аппроксимацию такой зависимости (сплайн), либо тот или иной нелинейный базис (модельную матрицу с нелинейными функциями). Наиболее простым непараметрическим "сглаживателем" является локальная аппроксимация в локальном окне с использованием полинома невысокой степени (линейного или квадратичного). В качестве обоснования такой меры используется тот факт, что локально любая функция аппроксимируется с хорошей точностью первыми членами разложения в ряд Тейлора.

Тема 4. Методы работы с гетерогенными данными.

Методы работы с гетерогенными данными. Модели дисперсии varIdent(), такая модель задает одинаковую дисперсию для всех остатков в группе, определяемой фактором. Модель varPower(), Данная модель позволяет реализовать нелинейную зависимость дисперсии от переменной. Модель varExp(), Данная модель позволяет реализовать нелинейную зависимость дисперсии от переменной. Модель varConstPower(), Данная модель позволяет реализовать нелинейную зависимость дисперсии от переменной. Модель varComb(). Модель varFixed(), такая модель задает дисперсию, пропорциональную некоторой переменной.

Тема 5. Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.

Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность. Линейные модели со смешанными эффектами, функция `glm()`. Модель со случайной константой. Модель со случайным наклоном. Индуцированная корреляция. Оценки максимального правдоподобия и ограниченного максимального правдоподобия. Протокол выбора оптимальной модели. Валидация модели.

Тема 6. Временная и пространственная корреляция.

Временная и пространственная корреляция. Стандартная временная корреляция - модель ARMA. Пространственная корреляция и ее потенциальные причины. Анализ и моделирование временной и пространственной корреляции. Модель симметричной корреляции `corCompSymm()`. Модель автокорреляции `corAR1()`. Составляющие общей модели корреляции `corARMA()` - авторегрессия и сглаживание.

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 №14-55-996бин/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

Проверка предположений для проведения классических тестов - <http://www.statmethods.net/stats/anovaAssumptions.html>

Сайт, посвященный языку и среде статистического программирования R - <http://www.r-project.org/>

02 Коды, реализующие различные методы анализа из книги A. Zuur - www.highstat.com/book1.htm

03 Quick R - коротко о некоторых статистических методах - <http://www.statmethods.net/>

05 Электронная библиотека публикаций - www.springerlink.com

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 01 Сайт, посвященный языку и среде статистического программирования R - <http://www.r-project.org/>
- 02 Коды, реализующие различные методы анализа из книги A. Zuur - www.highstat.com/book1.htm
- 03 Quick R - коротко о некоторых статистических методах - <http://www.statmethods.net/>
- 04 Проверка предположений для проведения классических тестов - <http://www.statmethods.net/stats/anovaAssumptions.html>
- 05 Электронная библиотека публикаций - www.springerlink.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий 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.
практические занятия	В ходе практических занятий приобретать и закреплять навыки работы с программой R, изучать необходимые для работы в семестре библиотеки данной программы, изучать необходимую и предусмотренную планом литературу, нарабатывать навыки использования изученного материала для применения в других областях и предметах. При подготовке к практическому занятию прочитать и внимательно изучить конспекты лекций, соответствующие теме занятия, подготовить вопросы к преподавателю по материалу, который вызывает затруднения.
самостоятельная работа	Для выполнения самостоятельной работы рекомендуется использовать конспекты лекций, практический материал, наработанный во время практических занятий, а также изучить основную и дополнительную литературу. Проработать менее запомнившиеся темы и вопросы, возникшие во время лекционных и практических занятий.
зачет	При подготовке к зачету изучить основную и дополнительную литературу, изучить конспекты лекций и материал наработанный во время практических занятий, устного опроса и выполнения домашнего задания, а также 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.В.05 Регрессионный анализ данных и нейронные сети в экологии*

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: 2025

Основная литература:

1. Блягоз, З. У. Теория вероятностей и математическая статистика. Курс лекций : учебное пособие / З. У. Блягоз. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-2934-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/103061> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Балдин, К. В. Общая теория статистики : учебное пособие / К. В. Балдин, А. В. Рукосуев. - 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.znanium.com/catalog/product/1093194> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. 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.znanium.com/catalog/product/1002740> (дата обращения: 10.03.2020). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Володин, И. Н. Оптимальные статистические решения : учебное пособие / И.Н. Володин. - Казань : Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. - 182 с. - Текст : электронный. - URL: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22133/09_66%20_ds004.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата обращения: 10.03.2020).
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: 10.03.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
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 (дата обращения: 10.03.2020).

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.05 Регрессионный анализ данных и нейронные сети в экологии

**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: 2025

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.