

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

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Современные статистические модели Б1.В.02

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экологическая безопасность и управление в сфере охраны окружающей среды

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Автор(ы): Савельев А.А.

Рецензент(ы): Мухарамова С.С.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.

Протокол заседания кафедры No _____ от "____" _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:

Протокол заседания УМК No _____ от "____" _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Савельев А.А. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Anatoly.Saveliev.aka.saa@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	Способность 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	Владение методами оценки репрезентативности материала, объема выборок при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей
ПК-4	Способность использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основы методов анализа данных, применяемых в современной исследовательской практике.

Должен уметь:

самостоятельно применять

Должен владеть:

методами и современными программными продуктами анализа данных, применяемыми в современной исследовательской практике.

Должен демонстрировать способность и готовность:

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

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Экологическая безопасность и управление в сфере охраны окружающей среды)" и относится к вариативной части.

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

Самостоятельная работа - 84 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. R как вычислительная среда.	2	1	3	0	14
2.	Тема 2. Линейная модель.	2	1	3	0	14
3.	Тема 3. Нелинейные модели.	2	1	3	0	14
4.	Тема 4. Методы работы с гетерогенными данными.	2	1	3	0	14
5.	Тема 5. Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.	2	1	3	0	14

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. R как вычислительная среда.

Тема 6. Временная и пространственная корреляция. 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 `mgcv` и `gam`. Непараметрическая модель `loess()`. Сплаины, 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 `glmer()`. 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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

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)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 2			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ОПК-6 , ПК-4 , ОПК-2	1. R как вычислительная среда. 2. Линейная модель. 3. Нелинейные модели. 5. Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность. 6. Временная и пространственная корреляция.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Письменное домашнее задание	ОПК-2 , ПК-4	2. Линейная модель. 3. Нелинейные модели. 4. Методы работы с гетерогенными данными. 5. Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность. 6. Временная и пространственная корреляция.
3	Компьютерная программа	ОПК-6 , ОПК-2 , ПК-4	1. R как вычислительная среда.
	Зачет	ОПК-2, ОПК-6, ПК-4	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 2					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Компьютерная программа	Высокий уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача полностью решена.	Хороший уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача в основном решена.	Удовлетворительный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача решена частично.	Недостаточный уровень умений и навыков программирования, в том числе моделирования, алгоритмизации, использования языка программирования. Поставленная задача не решена.	3
	Зачтено		Не зачтено		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 2

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 5, 6

Вопросы для устного опроса:

Понятие линейной модели.

С помощью какой функции можно построить линейную модель?

Понятие нелинейной модели.

С помощью какой функции можно построить нелинейную модель?

Какие существуют методы работы с гетерогенными данными?

Понятие модели со смешанными эффектами.

Что такое группы и вложенность в моделях со смешанными эффектами?

Временная корреляция

Пространственная корреляция

С помощью каких функций можно провести анализ построенных моделей?

В чем основное различие массива данных (data frame) и матрицы (matrix)?

Какие четыре предположения необходимо проверить для того, чтобы строить линейную модель?

2. Письменное домашнее задание

Темы 2, 3, 4, 5, 6

Нелинейные модели.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается построить нелинейную модель, и оценить полученную модель. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Методы работы с гетерогенными данными.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить построение модели, учитывающей гетероскедастичность данных. Студенту необходимо выбрать модель дисперсии. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить анализ смешанных эффектов.

Студенту необходимо выбрать модель смешанных эффектов. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Временная и пространственная корреляция.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить построение модели с учетом временной корреляции. Студенту необходимо выбрать порядок (лаг), на котором наблюдается автокорреляция. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

3. Компьютерная программа

Тема 1

Нелинейные модели.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается построить нелинейную модель, и оценить полученную модель. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Методы работы с гетерогенными данными.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить построение модели, учитывающей гетероскедастичность данных. Студенту необходимо выбрать модель дисперсии. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить анализ смешанных эффектов. Студенту необходимо выбрать модель смешанных эффектов. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Временная и пространственная корреляция.

Студенту дается учебный пример (набор данных) и предлагается выполнить построение модели с учетом временной корреляции. Студенту необходимо выбрать порядок (лаг), на котором наблюдается автокорреляция. По выполненному заданию пишется отчет с описанием команд и результатов.

Зачет

Вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

Линейная модель, реализация в среде R.

Факторы и контрасты.

Анализ построенной линейной модели, возможности среды R.

Предположения и ограничения линейной модели, их проверка (линейность, коллинеарность, гетероскедастичность), обобщенно-линейные модели.

Анализ остатков для оценки качества линейной модели.

Выбор предикторов в линейной модели, функции `drop1()`, `add1()` в среде R.

Сравнение моделей, функция `anova()`.

Нелинейные модели.

Библиотеки `mgcv` и `gam`.

Непараметрическая модель `loess()`.

Сплаины, сплайны с пенальти, перекрестная проверка и обобщенная перекрестная проверка при выборе сложности нелинейной модели.

Методы работы с гетерогенными данными.

Модели дисперсии `varIdent()`, `varPower()`, `varExp()`, `varConstPower()`, `varComb()`.

Модели со смешанными эффектами, группы и вложенность.

Линейные модели со смешанными эффектами, функция `glm()`.

Модель со случайной константой.

Модель со случайным наклоном.

Индукционная корреляция.

Оценки максимального правдоподобия и ограниченного максимального правдоподобия.

Протокол выбора оптимальной модели.

Валидация модели.

Временная и пространственная корреляция.

Стандартная временная корреляция - модель ARMA.

Пространственная корреляция и ее потенциальные причины.

Анализ и моделирование временной и пространственной корреляции.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 2			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	25
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	13
Компьютерная программа	Обучающиеся самостоятельно составляют программу на определённом языке программирования в соответствии с заданием. Программа сдаётся преподавателю в электронном виде. Оценивается реализация алгоритмов на языке программирования, достижение заданного результата.	3	12
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

- Гусева, Е. Н. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : Уч. пособ. / Е. Н. Гусева. - 5-е изд., стереотип. - М. : Флинта, 2011. - 220 с. - ISBN 978-5-9765-1192-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/406064>
- Общая теория статистики / Балдин К.В., Рукосуев А.В., - 2-е изд. - М.: Дашков и К, 2017. - 312 с.: ISBN 978-5-394-01872-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/415208>
- Статистика: Учебное пособие / О.А. Шумак, А.В. Гераськин. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2012. - 311 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-01048-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/261152>

7.2. Дополнительная литература:

- Володин И. Н. Оптимальные статистические решения : учебное пособие/И. Н. Володин. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, Каф. мат. статистики, 2012. - 182 с. Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22133/09_66%20ds004.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Буре, В.М. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебник / В.М. Буре, Е.М. Париллина. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2013. ? 416 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10249>. ? Загл. с экрана.
- Савельев А.А. Геоэкономический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R) / А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин, Н.А. Чижикова. - Казань: Казанский ун-т, 2012. - 120с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/docs/F1335879666/saveliev2012_geostat.pdf

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.
устный опрос	Для подготовки к устному опросу прочитать и внимательно изучить конспекты лекций, а так же необходимую и предусмотренную планом литературу. Для подготовки письменного домашнего задания повторить материал пройденный во время практических занятий, и, используя полученные знания, решить самостоятельно типовую задачу (используя программу R).
письменное домашнее задание	При подготовке к письменному домашнему заданию изучить конспекты лекций, материал наработанный во время практических занятий и устного опроса, установить на домашний компьютер программу R и необходимые библиотеки. При выполнении письменного домашнего задания: -выполнять поставленную задачу используя навыки полученные в ходе практических занятий - фиксировать ход выполняемых действий и давать свою оценку полученным результатам - отчет оформить согласно стандарту (Times New Roman 14пт, поля-1.5, 1.5, 2, 3, полуторный интервал) , и в папку с отчетом поместить исходные материалы, код программы (R), полученные результаты.
компьютерная программа	Материал (набор данных и описание набора данных) для выполнения заданий выдается на практическом занятии, предшествующем письменному домашнему заданию. Для выполнения заданий потребуются знания, полученные на лекциях. В папку для сдачи работы необходимо поместить файл с кодом программы (файл с расширением .r), приложить исходные материалы (выборки) и файлы, полученные в результате работы программы.
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)

Освоение дисциплины "Современные статистические модели" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и 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 "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.

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

Освоение дисциплины "Современные статистические модели" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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 Экологическая безопасность и управление в сфере охраны окружающей среды .