

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

Моделирование и анализ пространственных данных

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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. (доцент) Мухарамова С.С. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Svetlana.Mukharamova@kpfu.ru ; 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
ПК-1	Способен вести научно-исследовательскую деятельность, направленную на решение экологических задач, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения
ПК-8	Способен использовать программные продукты и цифровые технологии анализа пространственных данных и моделирования природных процессов при решении задач экологии и природопользования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические основы линейной геостатистики, формализацию изучаемого пространственного явления в рамках вероятностной (стохастической) модели, этапы проведения анализа и моделирования пространственных данных, методы картографического отображения результатов моделирования

Должен уметь:

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

Должен владеть:

навыками работы с компьютерными программами статистической обработки данных, геостатистического анализа, построения пространственных моделей, их картографического отображения

-

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.03.06 "Экология и природопользование (Экология и управление окружающей средой)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 47 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 30 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 25 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 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	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
1.	Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕОСТАТИСТИКИ. МЕТОДЫ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.	8	4	0	6	0	0	0	4
2.	Тема 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ.	8	3	0	9	0	0	0	2
3.	Тема 3. ВАРИОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ.	8	3	0	9	0	0	0	2
4.	Тема 4. ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.	8	3	0	9	0	0	0	2
5.	Тема 5. ПАКЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ SURFER.	8	3	0	9	0	0	0	3
	Итого		16	0	42	0	0	0	13

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕОСТАТИСТИКИ. МЕТОДЫ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕОСТАТИСТИКИ. Случайные величины, пространственные переменные, случайные функции. Моменты, используемые в линейной геостатистике. Эргодичность. Гипотеза стационарности. Многомерные гауссовы случайные функции (мультинормальность). Условие положительной определенности.

МЕТОДЫ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. Основная задача геостатистики. Простой кригинг. Кригинг с неизвестным матожиданием (ординарный, универсальный). Параметры кригинга. Оценка качества модели. Картографическая визуализация модели. Ограничения и предположения геостатистики (условия, необходимые для применения геостатистических методов).

Тема 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ. Общая схема проведения геостатистического анализа и моделирования. Визуализация выборки. Декластеризация. Проверка выполнения условий (ограничений и предположений), необходимых для применения геостатистических методов. Статистическое описание данных. Анализ пространственного тренда. Проверка мультинормальности.

Тема 3. ВАРИОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ.

ВАРИОГРАММНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ. Основные задачи вариограммного анализа. Выборочная оценка вариограммы. Параметры построения экспериментальной вариограммы. h-графики. Поверхность вариограммы. Вариограмма по направлению. Ранг, порог, вложенные структуры. Эффект самородков. Анизотропия. Анализ и интерпретация графиков вариограммы по направлениям. Моделирование вариограммы. Базисные модели. Индикатор качества соответствия модели. Интерактивное моделирование вариограммы - программа VarioWin, пакет R. Примеры.

Тема 4. ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.

ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. Оценка остатков методом ординарного кригинга. Оценка пространственного тренда на основе модели тренда. Оценка пространственной переменной и построение прогнозной карты. Оценка качества модели. Пример применения геостатистических методов - проект тоннеля под проливом Ла-Манш: постановка задачи; данные; решение; проверка.

Тема 5. ПАКЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА И МОДЕЛИРОВАНИЯ SURFER.

ПАКЕТ SURFER. Назначение и основные возможности. Форматы данных. Алгебра карт и другие операции над растровыми слоями. Построение пространственных моделей: поддерживаемые методы аппроксимации поверхностей, параметры моделей. Метод обратных расстояний, метод минимальной кривизны, метод Шепарда, метод естественных соседей, метод ближайшего соседа, полиномиальная регрессия, метод радиальных базисных функций, триангуляция, метод скользящего среднего, метод локальных полиномов. Метод кригинга (простой кригинг, ординарный, универсальный).

Построение картографических отображений, способы визуализации и пр.

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

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 планируемому результату 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)

- КонсультантПлюс - http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=home&utm_csourc=online&utm_cmedium=button
 Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
 1 Сайт по геостатистике - <http://www.ai-geostats.org>
 2 Сайт разработчиков языка статистического программирования R - <http://cran.r-project.org/>
 3 Сайт SURFER - www.goldensoftware.com
 4 Сайт специалистов в области ГИС и ДЗЗ - <http://gis-lab.info/>
 5 Библиотека научной литературы - <http://link.springer.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендации: - перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала обратиться к основным литературным источникам, либо к лектору по графику его консультаций; - самостоятельно составлять тезаурус понятий по изучаемым темам; - повторить материалы курса 'Теория вероятностей и мат. статистика'.
практические занятия	Рекомендации: - до очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия; - иметь при себе конспект лекций; - набирать практические навыки работы с программами R, Surfer; - использовать знания, полученные на лекциях по данной дисциплине, на занятиях по 'Теории вероятностей и мат. статистике', на занятиях по дисциплинам, связанным с БД, ГИС, ЭВМ; - в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и при выполнении индивидуального задания; - при выполнении индивидуального задания стремиться к пониманию логики построения решения, последовательности действий и целей использования каждой процедуры.
самостоятельная работа	Рекомендации: - выполнять индивидуальные задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения; разбирать на лабораторных занятиях и консультациях неясные вопросы; - при выполнении заданий использовать знания, полученные на лекциях и лабораторных занятиях по данной дисциплине, на занятиях по другим смежным дисциплинам; использовать рекомендованные основную и дополнительную литературу, Интернет-ресурсы; - повторить материалы курса "Теория вероятностей и мат. статистика"; - проработка теоретического материала, основных понятий геостатистики (конспекты лекций, основная и дополнительная литература, Интернет-ресурсы), - самостоятельно составление тезауруса понятий по изучаемым темам; - повторить основы работы в СУБД, просмотр и выбор данных, SQL-запросы; - повторить методы описательной статистики, проверки гипотез, построения множественных регрессионных моделей; - установить на домашнем компьютере программу R, набирать практические навыки работы с программой; особое внимание уделить реализации в них вышеуказанных методов; - набирать практические навыки работы с программой (построение экспериментальной вариограммы, моделирование вариограммы); особое внимание уделить построению поверхности вариограммы; - установить на домашнем компьютере программу Surfer (демо-версию), закрепить навыки работы с ней (алгебра карт и другие операции над растровыми слоями, построение картографических отображений, способы визуализации и др.).
зачет	Рекомендации по подготовке к итоговому контролю по дисциплине: - подготовку к зачету проводить, используя конспект лекций, рекомендованную литературу и электронные ресурсы; - при подготовке к зачету прорабатывать теоретические и практические разделы курса, все неясные вопросы выносить на плановую консультацию.

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 05.03.06 "Экология и природопользование" и профилю подготовки "Экология и управление окружающей средой".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.08.01 Моделирование и анализ пространственных данных

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Савельев А.А. Геостатистический 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
2. Введение в геоинформационные системы: Учебное пособие / Я.Ю. Блиновская, Д.С. Задоя. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 112 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-91134-698-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/428244>
3. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаука. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 357 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-003818-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/184099>

Дополнительная литература:

1. Основы пространственного анализа в растровых ГИС: учебно-методическое пособие / сост.: А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, Н.А. Чижикова, А.Г. Пилюгин. - Казань: Казанский университет, 2015. - 59 с. - Режим доступа: https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/149836/gisprogDoc2015_A5.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. 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>
3. Общая теория статистики: Учеб. пособие / С.Н. Лысенко, И.А. Дмитриева. - М.: Вуз. учебник, 2009. - 219 с. ISBN 978-5-9558-0115-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/166015>
4. Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геостатистика: теория и практика (монография) / Москва: Наука, 2010. - 327 с.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.08.01 Моделирование и анализ пространственных данных

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

Направление подготовки: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль подготовки: Экология и управление окружающей средой

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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.