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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «___»_____20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Компьютерное моделирование динамических процессов в природных средах Б1.В.ДВ.04.01

Направление подготовки: 05.04.06 - Экология и природопользование
Профиль подготовки: Системная экология и моделирование
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2018
Автор(ы): Зарипов Ш.Х. , Костерина Е.А.
Рецензент(ы): Савельев А.А.

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Зарипов Ш.Х. (кафедра моделирования экологических систем, отделение экологии), Shamil.Zaripov@kpfu.ru ; заместитель директора по образовательной деятельности Костерина Е.А. (директорат института экологии и природопользования, Институт экологии и природопользования), Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru

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
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
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-3	Владение основами проектирования, экспертно-аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов
ПК-4	Способность использовать современные методы обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- назначение и возможности математического моделирования динамических процессов в природных средах,
- виды и свойства математических моделей, применяемых для моделирования динамических процессов в природных средах,
- виды программного обеспечения, применяемого для компьютерного моделирования динамических процессов

Должен уметь:

выбирать способ компьютерного моделирования и анализа конкретного динамического процесса

Должен владеть:

вычислительным математическим пакетом программ, позволяющим исследовать детерминистские модели динамических процессов

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.06 "Экология и природопользование (Системная экология и моделирование)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 2 курсе в 3 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 - 28 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 24 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общая характеристика динамических процессов, параметры динамических процессов в природных средах	3	1	0	0	8
2.	Тема 2. Краткое введение в вычислительные математические пакеты, обзор пакетов	3	1	4	0	
3.	Тема 3. Примеры математических моделей, анализ их свойств и обсуждение особенностей реализации этих моделей на компьютере	3	2	6	0	8
4.	Тема 4. Вычислительный математический пакет Maxima	3	0	6	0	14
5.	Тема 5. Решение модельных задач в пакете Maxima	3	0	8	0	14
	Итого		4	24	0	44

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Общая характеристика динамических процессов, параметры динамических процессов в природных средах

Понятия динамический процесс, динамическая система. Виды динамических процессов в природных средах, их параметры. Примеры динамических систем. Математические модели динамических систем. Устойчивость систем. Точка покоя. Типы точек покоя. Исследование на устойчивость стационарных точек. Линеаризация уравнений системы .

Тема 2. Краткое введение в вычислительные математические пакеты, обзор пакетов

Назначение различных вычислительных математических пакетов. Сопоставление пакетов Mathematica, MatLab, Octave, Maxima. Описание возможностей пакетов. Определение переменных и функций. Построение графиков функций. Решение алгебраических уравнений. Решение дифференциальных уравнений. Визуалиация численного решения.

Тема 3. Примеры математических моделей, анализ их свойств и обсуждение особенностей реализации этих моделей на компьютере

Рассмотрение примеров математических моделей, анализ их свойств и обсуждение особенностей реализации этих моделей на компьютере. Модели популяционных систем.

Динамические модели одиночных популяций. Логистическое уравнение одиночной популяции. Варьирование коэффициента прироста. Типы поведения численности популяции. Переход к хаосу.

Тема 4. Вычислительный математический пакет Maxima

Изучение рабочего функционала пакета Maxima. Описание возможностей пакета. Определение переменных и функций. Построение графиков функций. Решение алгебраических уравнений. Решение задачи Коши для систем дифференциальных уравнений. Визуалиация численного решения. Построение фазовых портретов динамических систем.

Тема 5. Решение модельных задач в пакете Maxima

Решение модельных задач в пакете Maxima. Модели популяций.

Динамические модели одиночных популяций. Модели взаимодействия популяций: конкуренция, хищничество. Типы поведения численности популяции. Динамика популяций в матричных моделях. Модель ограниченной популяции. Периодические решения. Переход к хаосу.

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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"".

Maxima - система компьютерной алгебры (лицензия GNU GPL) - http://sourceforge.net/projects/wxmaxima/

Вычислительный пакет Octave - http://www.gnu.org/software/octave/

Многофакторное моделирование динамических процессов в экологических и производственных системах: Учебное пособие / Информационная система - http://window.edu.ru/resource/701/63701

Моделирование подземных вод - http://www.modflow.com/

Пространственно-временное моделирование в биологии - http://biomolecula.ru/content/1084#H3_3

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 3			
	Текущий контроль		
1	Презентация	ОК-1 , ОПК-2 , ОПК-6 , ПК-3 , ПК-4	1. Общая характеристика динамических процессов, параметры динамических процессов в природных средах 2. Краткое введение в вычислительные математические пакеты, обзор пакетов 3. Примеры математических моделей, анализ их свойств и обсуждение особенностей реализации этих моделей на компьютере
2	Контрольная работа	ОК-1 , ОПК-2 , ОПК-6 , ПК-3 , ПК-4	4. Вычислительный математический пакет Maxima 5. Решение модельных задач в пакете Maxima
3	Контрольная работа	ОК-1 , ОПК-2	3. Примеры математических моделей, анализ их свойств и обсуждение особенностей реализации этих моделей на компьютере
	Экзамен	ОК-1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-3, 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 3					
Текущий контроль					
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Использованы надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Использованные источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Контрольная работа	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 серьёзные 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 3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	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 3

Текущий контроль

1. Презентация

Темы 1, 2, 3

Темы презентаций:

Задачи экологии, биологии и химии, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнения.

Динамические модели популяций: одиночная популяция, модели взаимодействия популяций. Модели эпидемий.

Пространственно-неоднородные модели популяций.

Введение в интегрированные математические пакеты. Символьные и численные математические операции. Аналитическое и численное решение алгебраических и дифференциальных уравнений в пакете.

исленные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений. Хаотическая динамика в нестационарных моделях. Метод фазового пространства. Стационарные точки. Типы особых точек в фазовом пространстве.

Дискретные динамические модели.

Решение простейших задач экологии и природопользования с помощью стандартных пакетов.

Нестационарные процессы переноса в окружающей среде.

Динамика процессов в рамках эколого-экономических моделей.

Модели роста населения Земли.

2. Контрольная работа

Темы 4, 5

Примеры заданий для контрольной работы

1. Решить аналитически и численно алгебраическое уравнение.
2. Решить систему алгебраических уравнений.
3. Решить трнасцендентное уравнение.
4. Дана таблица

x 1. 2.5 3. 5. 6.4 8.1

y 1.57 1.58 1.67 1.75 1.77 1.88
Построить линейную и кубическую аппроксимации. Нарисовать на одном графике числовые данные и аппроксимирующие функции.
5. Вычислить интегралы.
6. Найти решение дифференциального уравнения с начальным условием. Построить график решения.
7. Построить матрицу (5*5) с числом 4 в последнем столбце, остальные элементы 1.
8. С помощью оператора for и do получить 10 значений численности популяции по разностной модели
9. Нарисовать изолинии функции двух переменных.
10. Построить фазовый портрет для решения системы двух уравнений.

3. Контрольная работа

Тема 3

Примеры заданий для контрольной работы:

1) Написать уравнения модели одной популяции с учетом половой структуры, двумя возрастными группами и ограниченными пищевыми ресурсами.
2) Написать уравнения модели из четырех популяций, две из которых жертвы, конкурирующие за пищу, а две другие - хищники. Один хищник поедает только один вид жертвы, а другой - оба вида.
3) Написать уравнения модели одной популяции с учетом половой структуры и ограниченными пищевыми ресурсами.
4) Написать уравнения модели одной популяции с учетом половой структуры и тремя возрастными группами.
5) Написать уравнения модели одной популяции с учетом двухвозрастной структуры.
6) Написать уравнения модели одной популяции с учетом половой структуры, двумя возрастными группами и ограниченными пищевыми ресурсами.
7) Написать уравнения модели одиночной нелимитированной и лимитированной популяции.
8) Написать уравнения модели конкуренции трех популяций с учетом двухвозрастной структуры.
9) Написать уравнения модели хищник-жертва.
10) Построить динамику экосистемы с начальным вектором *** и матрицей Лесли *** на четырех временных шагах.

11) Вычислить долю особей, которую можно изьять из популяции на одном временном шаге без ущерба для стабильности, если главное собственное число матрицы Лесли равно ***.
12) Написать уравнения модели эпидемии при передаче болезни паразитами-переносчиками.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Динамические процессы в природных средах. Математическое моделирование динамических процессов.
2. Дифференциальные уравнения, описывающие нестационарные процессы. Задача Коши.
3. Аналитические и численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
4. Метод Рунге Кутта обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Возможности пакета Maxima. Решение дифференциальных уравнений в пакете.
6. Метод фазового пространства для анализа динамических моделей. Фазовая плоскость. Стационарные точки и устойчивость.
7. Типы особых точек. Линейный анализ.
8. Динамика одиночной популяции. Рождаемость и внутривидовая конкуренция. Спектр типов поведения численности популяции во времени.
9. Динамика взаимодействия двух популяций: конкуренция. Типы поведения численности популяции в фазовой плоскости.
10. Динамика взаимодействия двух популяций: хищничество. Типы поведения численности популяции в фазовой плоскости.
11. Нелинейная динамика популяций. Периодические решения. Точки бифуркации.
12. Переход к хаотической динамике. Число Фейгенбаума.
13. Нестационарные процессы переноса в природных средах.
14. Простейшие решения уравнения переноса загрязнений от нестационарного источника.
15. Нестационарные модели эпидемий.
16. Модели водных экосистем.
17. Динамическая модель загрязнений водоема.
18. Эколого-экономические модели.
19. Динамическая модель Чудесной страны.
20. Модель роста населения Земли.

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 3			
Текущий контроль			
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдаёт её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	1	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2 3	15 15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. 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:

1. Зарипов Ш.Х., Абзалилов Д.Ф., Костерина Е.А. Задачи математической экологии и пакет Maxima: учебное пособие / Зарипов Ш.Х., Абзалилов Д.Ф., Костерина Е.А. - Казань: Казан.ун-т, 2015. - 120 с. -Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/149835/Zadachi_matematicheskoj_ekologii_i_paket_Maxima.pdf?sequence=1&

2. Зарипов Ш.Х. Математические модели переноса загрязнений в окружающей среде / Ш.Х. Зарипов, Р.Ф. Марданов, А.К. Гильфанов, В.Ф. Шарафутдинов, Т.В. Никоненкова - Казань: Казан.ун-т, 2018. - 47с. -Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/130767/book_tpe_13_04_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3. Введение в математическую экологию: учебно-методическое пособие / Ш.Х. Зарипов/ - Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2010. - 47 с. -Режим доступа: https://kpfu.ru/docs/F1630506061/book_ots_full.pdf

7.2. Дополнительная литература:

1. Зарипов Ш.Х., Никоненкова Т.В., Толмачева С.А. Модели динамики популяций на основе дифференциальных уравнений: реализация в среде R: учебно-методическое пособие / Ш.Х. Зарипов, Т.В. Никоненкова, С.А. Толмачева. - Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2017. - 30 с. -Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/117211/IEiP_KMES_Modeli_R.pdf?sequence=1&isAllowed=y

2. Дуреева, Н. С. Роль моделей в теории познания [Электронный ресурс] : Учеб.пособие / Н. С. Дуреева, Р. Н. Галиахметов. - Красноярск :Сиб. федер. ун-т, 2011. - 192 с. - ISBN 978-5-7638-2291-5. - Режим доступа:

http://znanium.com/catalog/product/443234

3. Статистический анализ данных, моделирование и исследование вероятностных закономерностей. Компьютерный подход / Б.Ю. Лемешко, С.Б. Лемешко, С.Н. Постовалов и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 890 с. ISBN 978-5-16-103267-1 (online) - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/515227

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

Maxima - система компьютерной алгебры (лицензия GNU GPL) - http://sourceforge.net/projects/wxmaxima/

Вычислительный пакет Octave - http://www.gnu.org/software/octave/

Многофакторное моделирование динамических процессов в экологических и производственных системах: Учебное пособие / Информационная система - http://window.edu.ru/resource/701/63701

Моделирование подземных вод - http://www.modflow.com/

Пространственно-временное моделирование в биологии - http://biomolecula.ru/content/1084#H3_3

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям: перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала обратиться к рекомендованным литературным источникам, либо к лектору; - самостоятельно составлять тезаурус понятий по изучаемым темам.
практические занятия	приобрести и закреплять навыки работы с программными средствами пакетами Maxima и R; - использовать знания, полученные на лекциях по данной дисциплине, на занятиях по другим дисциплинам, связанным с моделированием; - до очередного лабораторного занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия; - в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и при выполнении индивидуального задания.
самостоя-тельная работа	- выполнять домашние 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 основную и дополнительную литературу, Интернет-ресурсы;
презентация	Для подготовки презентации по конкретной динамической модели изучить содержание моделируемого процесса, найти примеры реализованных моделей с результатами расчета и их анализ. Дать обзор изученных работ. Провести анализ математической постановки. Описать детально параметры модели - констант скоростей процессов в моделируемой системе. Особое внимание уделить новому знанию, получаемому из математической модели для понимания и прогнозирования реальной динамической системы.
контрольная работа	Для подготовки к контрольной работе установить на домашнем компьютере программы Maxima и R, нарабатывать навыки работы с ней, восстановить теоретические разделы математики, связанные с методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений и методом фазовых переменных. Решить примеры, приведенные в учебном пособии.
экзамен	Рекомендации по подготовке к итоговому контролю: При подготовке к экзамену прорабатывать теоретические и практические разделы курса, все неясные вопросы выносить на плановую консультацию. В ходе подготовки опираться на предложенную преподавателем основную и дополнительную литературу, а также на материалы, наработанные в ходе практических занятий.

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

Освоение дисциплины "Компьютерное моделирование динамических процессов в природных средах" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

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 "Компьютерное моделирование динамических процессов в природных средах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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