# МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" Институт экологии и природопользования





подписано электронно-цифровой подписью

# Программа дисциплины

Системный анализ и моделирование в экологии Б1.В.ОД.6

Направление подготовки: <u>05.03.06 - Экология и природопользование</u>
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: <u>бакалавр</u>
Форма обучения: <u>очное</u>
Язык обучения: <u>русский</u>
Автор(ы):
Зарипов Ш.Х.
Рецензент(ы):
Скворцов Э.В.
СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.
Протокол заседания кафедры No от "" 201г
Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования: Протокол заседания УМК No от "" 201г
Регистрационный No 234317
Казань
2017

# Содержание

- 1. Цели освоения дисциплины
- 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
- 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
- 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
- 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
- 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
- 7. Литература
- 8. Интернет-ресурсы
- 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Зарипов Ш.Х. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Shamil.Zaripov@kpfu.ru

# 1. Цели освоения дисциплины

знакомство с основами системного анализа в экологии и моделирования экологических и систем.

# 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.06 Экология и природопользование и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Дисциплина относится к разделу Б3.В.6 ООП и развивает представления о системном анализе и математическом моделировании в экологии. Для полноценного освоения курса требуется знание основ Математики в объеме двухгодичного курса и курса Информатика. Материал данного курса необходим при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием.

Дисциплина осваивается на 3-ем курсе (6 семестр).

# 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; владением методами химического анализа, владением знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; владением навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации
ОПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-19 (профессиональные компетенции)	способность излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способностью решать глобальные и региональные геологические проблемы
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владением методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации и использовать теоретические знания на практике; методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике

В результате освоения дисциплины студент:

#### 1. должен знать:

теоретические основы системного анализа и методов математического моделирования в экологии.

# 2. должен уметь:

ориентироваться в математических моделях экологических систем, задачах распространения загрязнений в водных и воздушных средах, эколого-экономических моделях, математических методах.

#### 3. должен владеть:

навыками работы в среде интегрированного математического пакета, провести мини-исследование по учебной модели с прохождением всех этапов моделирования.

# 4. должен демонстрировать способность и готовность:

владения основами системного анализа и методами математического моделирования в экологии.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов). Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.



86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

# 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ТЕМА 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	6	1-3	6	0	4	
3.	Тема 3. ТЕМА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ПОПУЛЯЦИЙ	6	4-6	9	0	6	
6.	Тема 6. ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОЛОГИИ	6	7-9	6	0	6	
9.	Тема 9. ТЕМА 4. ЭТАП КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	6	10-12	6	0	6	
12.	Тема 12. Подготовка к экзамену	6		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			24	0	22	

#### 4.2 Содержание дисциплины

# Тема 1. ТЕМА 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА лекционное занятие (6 часа(ов)):

Математическое моделирование: история и современность. История математической экологии. Теория систем. Системный анализ. Система и виды систем. Понятие сложной системы и экологической системы. Характеристики сложных систем. Системный анализ в экологии. Описание структуры экосистемы. Основные этапы моделирования экосистем. Математическое описание системы. Устойчивость систем.

## лабораторная работа (4 часа(ов)):

Системный анализ. Система и виды систем. Понятие сложной системы и экологической системы. Характеристики сложных систем. Системный анализ в экологии. Описание структуры экосистемы. Основные этапы моделирования экосистем. Математическое описание системы. Устойчивость систем.

# Тема 3. ТЕМА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ПОПУЛЯЦИЙ лекционное занятие (6 часа(ов)):



Модели на основе дифференциальных уравнений. Модели динамики популяций с учетом межвидового взаимодействия: нейтрализм, аменсализм, комменсализм, конкуренция, отношения типа хищник-жертва. Модели биологических сообществ. Дискретные модели популяций. Разностные уравнения. Разностное логистическое уравнение. Сценарий перехода к хаосу. Дискретные модели популяций. Матричные модели.

# лабораторная работа (6 часа(ов)):

Модели на основе дифференциальных уравнений в теории популяций. Дискретные модели популяций. Матричные модели.

# Тема 6. ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОЛОГИИ

## лекционное занятие (6 часа(ов)):

Эколого-экономические модели. Модели переноса загрязнений в водных средах и в атмосфере. Обзор ряда известных моделей экосистем.

# лабораторная работа (6 часа(ов)):

Реализация гауссовой модели рассеяния в интегрированном математическом пакете. Реализации моделей распространения загрязнений в реке и грунтовых водах в математическом пакете.

# Тема 9. ТЕМА 4. ЭТАП КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

# лекционное занятие (6 часа(ов)):

Этап компьютерного моделирования. Введение в математические и статистические пакеты. Возможности "предметных" пакетов программ для решения задач математической экологии.

# лабораторная работа (6 часа(ов)):

Решение алгебраических и трансцендентных уравнений в интегрированном пакете. Решение дифференциальных уравнений в интегрированном пакете.

# Тема 12. Подготовка к экзамену

# 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. ТЕМА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ПОПУЛЯЦИЙ	6	4-6	Повторить модели популяций в случае одного и двух видов. Рассмотреть модели сообществ. Включить в мо	8	Устный опрос и проверка письменных работ
6.	Тема 6. ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОЛОГИИ	6	7-9	Повторить эколого-экономи модели и модели переноса загрязнений. Провести в литературе поиск но	неские 8	Устный опрос и проверка письменных работ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Тема 9. ТЕМА 4. ЭТАП КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	6	10-12	Развить навыки работы в математическом пакете для решения дифференциаль и разностных уравнений.	10	Устный опрос и проверка компьютерных программ
	Итого				26	

# 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Для проведения лекции используется возможности мультимедийного класса с проектированием части лекций в виде презентации на экран, с включением в лекцию видео материалов. Для решения практических задач используются занятия в дисплейном классе. Интерактивные формы проведения занятий составляют 40% аудиторной нагрузки.

В рамках интерактивных занятий проводится обсуждение современных моделей экосистем (модели сообществ, имитационные модели экосистем).

# 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

# Тема 1. ТЕМА 1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА Тема 3. ТЕМА 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕОРИИ ПОПУЛЯЦИЙ

Устный опрос и проверка письменных работ, примерные вопросы:

Контрольная работа 1 (Примеры заданий) 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 двухвозрастными 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.

## Тема 6. ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОЛОГИИ

Устный опрос и проверка письменных работ, примерные вопросы:

Краткая презентация темы (модели экологических катастроф, модели природных процессов, модели речных систем и т.п.)

## **Тема 9. ТЕМА 4. ЭТАП КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Устный опрос и проверка компьютерных программ, примерные вопросы:

Контрольная работа 2, (текст программы, реализующей модель) 1 Написать программу решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений и построения фазовых траекторий. 2 Написать уравнение линейной регрессии для данных. 3 Изобразить графически сценарии поведение в фазовой плоскости системы хищник-жертва

#### Тема 12. Подготовка к экзамену

Тема. Итоговая форма контроля



## Примерные вопросы к экзамену:

Для аттестации по итогам освоения дисциплины проводится экзамен. Текущий контроль успеваемости и контроль выполнения самостоятельной работы осуществляются путем устного опроса студентов на лекциях, проверки решений на практических занятиях. Самостоятельная работа студентов предполагает проработку теоретического материала и развитие практических навыков с использованием основной и дополнительной литературы и по Интернет-источникам, а также выполнение практических заданий (Приложение 1).

# Вопросы к экзамену

- 1) Общие понятия и принципы системного анализа. Этапы системного анализа.
- 2) Понятие сложной системы и экологической системы. Характеристики сложных систем.
- 3) Системный анализ в экологии.
- 4) Моделирование реальных систем. Виды моделирования физическое, математическое.
- 5) Задачи анализа реальной системы и синтеза ее математической модели.
- 6) Основные этапы моделирования экосистем: формулировка проблемы, описание структуры экосистемы, математическое описание, выбор математической модели и ее реализация, компьютерное моделирование, анализ полученных результатов, идентификация параметров, постановка задачи оптимизации.
- 7) Описание структуры экосистемы. Объект исследования и окружающая его среда. Анализ экосистемы компоненты, их характеристика, связи между компонентами.
- 8) Вещественные, энергетические и информационные потоки. Процессы в экосистемах, выделение существенных процессов. Факторы, оказывающие влияние на экосистему: внешние и внутренние, случайные, управляемые.
- 9) Гипотезы о функционировании экосистемы и ее компонентов. Непрерывное и дискретное описание времени жизни модели.
- 10) Математическое описание. Система обозначений: константы, переменные, функции. Вектор состояния экосистемы. Единицы измерений.
- 11) Характер математических моделей: детерминированные и стохастические, динамические и стационарные, линейные и нелинейные, аналитические и численные.
- 12) Классификация математических моделей: разностные уравнения, модели на основе дифференциальных уравнений, матричные модели, эмпирико-статистические модели, оптимизационные модели.
- 13) Имитационное моделирование экологических процессов.
- 14) Динамика плотности одиночной популяции: экспоненциальная и логистическая модели.
- 15) Классификация межвидовых взаимодействий. Модели динамики популяций с учетом межвидового взаимодействия: нейтрализм, аменсализм,
- 16) Классификация межвидовых взаимодействий. Модели динамики популяций с учетом межвидового взаимодействия: комменсализм, конкуренция.
- 17) Классификация межвидовых взаимодействий. Модели динамики популяций с учетом межвидового взаимодействия: отношения типа хищник-жертва.
- 18) Модели биологических сообществ. Структура сообществ. Трофические уровни. Уравнения Вольтерра.
- 19) Стационарные состояния и динамические режимы в сообществе из трех видов.
- 20) Разностные модели. Порядок разностного уравнения. Линейные разностные уравнения первого и второго порядка. Системы разностных уравнений.
- 21) Разностный аналог экспоненциальной и логистической моделей.
- 22) Устойчивость систем. Элементы математической теории устойчивости. Траектории в фазовом пространстве. Предельный цикл. Хаос в динамических системах.
- 23) Матричные модели. Матрица Лесли. Главное собственное число и собственный вектор.
- 24) Элементы теории корреляции. Линейная корреляция. Метод наименьших квадратов.
- 25) Регрессионные модели. Линейная и нелинейная регрессия. Множественная регрессия.



- 26) Эколого экономические модели. Динамика процессов в "Чудесной стране"- математическая модель демографических, экономических и природоохранных взаимосвязей.
- 27) Этап компьютерного моделирования. Обзор известных программных продуктов. Языки программирования, выбор численного метода, графические средства. Отладка программы. Проведение компьютерного эксперимента.

Примеры практических заданий для контрольных работ:

- 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.

## 7.1. Основная литература:

- 1. Введение в математическую экологию : учебно-методическое пособие для студентов экологических специальностей / [авт.-сост.] Ш. Х. Зарипов ; [науч. ред. д.ф.-м.н., проф. Э. В. Скворцов] ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Фак. географии и экологии .- Казань : Казанский университет, 2010 .- 47 с.
- 2. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. М.: ИНФРА-М, 2010. 357 с.: 60х88 1/16. (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-003818-6 URL: http://znanium.com/bookread.php?book=184099

# 7.2. Дополнительная литература:

- 1.Самарский, А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. [Электронный ресурс]: моногр. / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. ? Электрон. дан. ? М.: Физматлит, 2005. ? 320 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59285 ? Загл. с экрана.
- 2. Кондратьев, К.Я. Моделирование глобального круговорота углерода. [Электронный ресурс] / К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин. Электрон. дан. М.: Физматлит, 2004. 336 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2744 Загл. с экрана.
- 3. Рубин, А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1 : Теоретическая биофизика: Учебник. [Электронный ресурс] : учеб. Электрон. дан. М. : МГУ имени М.В.Ломоносова, 2004. 448 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/10122 Загл. с экрана.



# 7.3. Интернет-ресурсы:

Институт экологии Волжского бассейна - www.ievbran.ru/1/
математический образовательный сайт - www.exponenta.ru
сайт кафедры биофизики Биологического факультета Московского Государственного
Университета имени М.В.Ломоносова - www.biophys.msu.ru
сайт фирмы "Wolfram Research" с описанием пакета Mathematica - www.wolfram.com
электронная база научной литературы - www.sciencedirect.com

# 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Системный анализ и моделирование в экологии" 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 оборудованием 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Компьютеры с установленными на них интегрированными математическими пакетами. www.sciencedirect.cm - электронная база научной литературы. Мультимедийные средства.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.03.06 "Экология и природопользование".

Автор(ы):				
Зарипов Ш.Х				
""	_ 201 г.			
Рецензент(ы): Скворцов Э.В.				
" <u>"</u> "				