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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Миннуллин Р.Г.

Программа дисциплины

Математические методы в экологии Б2.ДВ.1

Направление подготовки: 022000.62 - Экология и природопользование
Профиль подготовки: Моделирование в экологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):
Зарипов Ш.Х.

Рецензент(ы):
Скворцов Э.В.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Зарипов Ш. Х.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г
Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 272015

Казань
2015

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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 основными математическими методами, применяемыми в экологии и природопользовании.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.ДВ.1 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 022000.62 Экология и природопользование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина относится к разделу Б2.ДВ1 ООП и развивает представления о математических методах, применяемыми в экологии и природопользовании. Для полноценного освоения курса требуется знание основ "Математики" и "Информатики". Материал данного курса необходим при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием. Дисциплина осваивается на 3-ем курсе (5 семестр).

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-13 (общекультурные компетенции)	владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией
ОК-2 (общекультурные компетенции)	уметь логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь
ОК-6 (общекультурные компетенции)	иметь базовые знания в области информатики и современных геоинформационных технологий, владеть навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернета, владеть ГИС-технологиями; уметь работать с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач
ПК-11 (профессиональные компетенции)	владеть методами экологического проектирования и экспертизы, экологического менеджмента и аудита, экологического и компьютерного картографирования; владеть методами классификации и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании, иметь представление о современной естественнонаучной картине мира, владеть методами химического анализа, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб, иметь навыки идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации, включая использование методов прикладной статистики и геоинформационных технологий
ПК-4 (профессиональные компетенции)	иметь базовые общепрофессиональные (общеэкологические) представления о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды, о системном анализе и моделировании в экологии и природопользовании
ПК-6 (профессиональные компетенции)	знать основы природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития, методов оценки и прогнозирования воздействия на окружающую среду, правовых основ природопользования и охраны окружающей среды, быть способным понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования, в том числе, с использованием методов математической статистики, геоинформационных технологий и математического моделирования
ПК-9 (профессиональные компетенции)	владеть методами прикладной экологии, экологического и компьютерного картографирования, экологической экспертизы и мониторинга; владеть методами классификации и статистической обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные математические методы, применяемые в экологии и природопользовании.

2. должен уметь:

формулировать математическую задачу для теоретических и прикладных проблем из области экологии и природопользования.

3. должен владеть:

навыками применения математических методов с помощью стандартных программ к решению задач экологии и природопользования.

применять основные математические методы, применяемые в экологии и природопользовании.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 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. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ И РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ И ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ	5	1-4	6	0	4	контрольная работа
2.	Тема 2. ТЕМА 2. РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	5	5-8	6	0	4	
3.	Тема 3. ТЕМА 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	5	9-12	6	0	6	контрольная работа
4.	Тема 4. ТЕМА 4. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАКЕТЫ	5	13-18	4	0	4	
5.	Тема 5. Итоговая форма контроля	5	18	0	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	зачет
	Итого			22	0	18	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. ТЕМА 1. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ И РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ И ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Интерполяция функций. Линейная интерполяция. Квадратичная интерполяция. Двумерная интерполяция. Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов. Эмпирические формулы. Линейная и нелинейная регрессия.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Решение уравнений: метод деления пополам, метод простых итераций. Решение уравнений: метод Ньютона, метод секущих, метод парабол. Решение уравнений в случае нескольких переменных: метод простых итераций, метод Ньютона. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений в пакете Maxima (solve, findroot).

Тема 2. ТЕМА 2. РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Задачи экологии, биологии и химии, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнения. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Задачи экологии, биологии и химии, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнения. Задача о загрязнении воды органическими отходами. Модели распространения эпидемий. Математическая теория популяций.

Тема 3. ТЕМА 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Понятие целевой функции. Методы одномерной и многомерной оптимизации. Задачи линейного программирования. Задача оптимального размещения предприятий. Методы оптимизации для решения задач охраны и восстановления окружающей среды.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Поиск минимума: метод "золотого" сечения, метод парабол. Поиск минимума в случае многих переменных: координатный спуск, наискорейший спуск, метод сопряженных направлений.

Тема 4. ТЕМА 4. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАКЕТЫ

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Введение в интегрированные математические пакеты. Решение простейших задач экологии и природопользования с помощью стандартных пакетов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Символьная математика. Дифференцирование. Интегрирование. Суммы и произведения. Разложение в ряды. Пределы. Алгебраические преобразования. Графика. Построение кривых на плоскости. Построение пространственных графиков. Изолинии. Дополнения и пакеты расширения. Написание программ на языке Maxima. Последовательность операций. Операторы цикла. Логический оператор IF. Решение простейших задач экологии и природопользования с помощью стандартных пакетов.

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
1.	Тема 1. ТЕМА 1. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ И РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ И ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ	5	1-4	Решение алгебраических и трансцендентных уравнений в пакете Maxima	10	проверка выполненных заданий

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. ТЕМА 2. РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	5	5-8	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в пакете Maxima	10	проверка выполненных заданий
3.	Тема 3. ТЕМА 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	5	9-12	Решение задачи линейного прогрпаммирования	12	проверка выполненных заданий
	Итого				32	

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.

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

Тема 1. ТЕМА 1. АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИЙ И РЕШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ И ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

проверка выполненных заданий, примерные вопросы:

Аппроксимировать табличную функцию линейной и квадратичной функциями

Тема 2. ТЕМА 2. РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

проверка выполненных заданий, примерные вопросы:

Решить дифференциальные уравнения

Тема 3. ТЕМА 3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

проверка выполненных заданий, примерные вопросы:

Решить задачу линейного программирования

Тема 4. ТЕМА 4. ИНТЕГРИРОВАННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПАКЕТЫ

Тема 5. Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации по итогам освоения дисциплины проводится зачет. 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 (см. Приложение 1).

Теоретические вопросы:

Введение в интегрированные математические пакеты. Символьные и численные математические операции.

Аналитическое и численное решение алгебраических и дифференциальных уравнений в математическом пакете.

Решение простейших задач экологии и природопользования с помощью стандартных пакетов.

Интерполяция функций. Линейная интерполяция. Квадратичная интерполяция.

Двумерная интерполяция.

Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов.

Эмпирические формулы. Линейная и нелинейная регрессия.

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

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.

Метод Рунге-Кутта.

Элементы качественной теории дифференциальных уравнений.

Оптимизационные модели. Понятие целевой функции. Методы одномерной и многомерной оптимизации.

Задачи линейного программирования.

Задача оптимального размещения предприятий.

Методы оптимизации для решения задач охраны и восстановления окружающей среды.

Контрольная работа 1

В математическом пакете:

1. Решить аналитически и численно уравнение . Нарисовать .

2. Решить систему уравнений .

3. Решить уравнение . Проверить графически.

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 и

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. Получить 10 значений численности популяции по рекуррентной формуле , если и на трех временных шагах.

Контрольная работа 2

1. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений: Решить задачу Коши для системы уравнений при следующих начаьных условиях. Представить в графическом виде функции X(t),Y(t),Z(t), а также кривую решения в пространстве (X,Y,Z).

2. Дискретная модель финансовой пирамиды: Написать программу для прогнозирования состояния финансовой пирамиды. Исходные данные: N=1000000 - число жителей в городе, Расход=300000 - ежедневные траты на строительство пирамиды (руб.), время= 50 среднее время между покупкой и продажей акций (дни), KA=10**(-7) - коэффициент ажиотажа, доход=0.03 - норма прибыли (ежедневный процент от суммы в кассе). Состояние на первый день: M1=70000000- начальный капитал,NK1=7- число купивших акции в первый день, SNK1=0 - общее число купивших акции на первый день, MMM1=M1 - прибыль на первый день. Модель пирамиды: P(D)=105+2(D-1) -курс продажи акций в D-й день (руб), K(D)=100+2(D-1) -курс покупки акций в D-й день (руб), D=1,...,365 - развитие пирамиды по дням за год. (NKD+1=KA(N-SNKD)SNKD - число акций, купленных в (D+1) день, SNKD+1=SNKD+NKD - общее число купленных акций на (D+1) день, NPD+1=If(D<Время,0,NKD-Время) -- число акций, проданных в (D+1) день, MD+1=MD+NKD*P(D)-NPDK(D)-Расход - деньги в кассе). Представить результаты в графическом виде.

7.1. Основная литература:

Введение в математическую экологию, Зарипов, Шамиль Хузеевич;Скворцов, Эдуард Викторович, 2010г.

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. - http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=184099

3. Калиткин, Н. Н. Численные методы: учеб. пособие / Н. Н. Калиткин. ? 2-е изд., исправленное. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 586 с. - http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=350803

7.2. Дополнительная литература:

Биофизическая динамика продукционных процессов, Ризниченко, Галина Юрьевна;Рубин, Андрей Борисович, 2004г.

2. Плохотников, К. Э. Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс] : курс лекций / К. Э. Плохотников. - М. : ФЛИНТА, 2012. - 519 с http://znanium.com/bookread.php?book=456334

7.3. Интернет-ресурсы:

математический образовательный сайт - dmvn.mexmat.net

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 "Математические методы 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 "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Мультимедийные средства.

Компьютеры с установленными на них интегрированными математическими пакетами.

www.sciencedirect.com - электронная база научной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 022000.62 "Экология и природопользование" и профилю подготовки Моделирование в экологии .

Автор(ы):
Зарипов Ш.Х. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Скворцов Э.В. _____
"__" _____ 201 __ г.