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. Таюрский Д.А.

_____ "___" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Модели массопереноса в природных средах Б3.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. , Костерина Е.А. , Шарафутдинов В.Ф.

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 250115

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 ; доцент, к.н. (доцент) Костерина Е.А. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru ; профессор, д.н. (профессор) Шарафутдинов В.Ф. кафедра моделирования экологических систем отделение экологии , Valery.Sharafutdinov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

ознакомление студентов с математическими и физическими основами моделирования распространения загрязнений в воздушной среде и водной среде, включая физические процессы в атмосфере, теорию атмосферной диффузии, численные и аналитические модели рассеяния примесей, модели гидродинамики водоемов и движения водных загрязнений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.1 Профессиональный" основной образовательной программы 022000.62 Экология и природопользование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина относится к разделу Б3.ДВ.1 ООП и развивает представления о моделя оценки и прогноза загрязнений воздушных и водных сред. Для полноценного освоения курса требуется знание основ "Математики" и Информатики. Материал данного курса необходим при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием задач распространения загрязнений. Дисциплина осваивается на 4-ом курсе.

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-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-1 (профессиональные компетенции)	обладать базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-16 (профессиональные компетенции)	иметь базовые представления о методах статистического анализа данных в экологии и природопользовании, уметь создавать статистические модели с использованием пакетов программ, интерпретировать полученные результаты и делать на их основе практические выводы для решения прикладных задач экологии и природопользования, иметь базовые представления о методах геостатистического анализа и моделях пространственных явлений
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-7 (профессиональные компетенции)	знать теоретические основы экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска; обладать способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

о взаимосвязи физических явлений при распространении загрязнений в воздушной и водной средах: атмосфере, водоемах,

применяемые в экологии методы расчета распространения воздушных и водных загрязнений.

2. должен уметь:

ориентироваться в стандартных программах расчета распространения загрязнений в воздушных и водных средах.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о гидродинамике водоемов, движении атмосферного газа, моделях рассеяния загрязнений

владеть навыками расчета концентрации загрязнений в атмосфере и водной среде.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять теоретические знания о гидродинамике водоемов, движении атмосферного воздуха, моделях рассеяния загрязнений

владеть навыками расчета концентрации загрязнений в атмосфере и водной среде.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре; экзамен в 8 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 сведения об атмосфере и рассеянии загрязнений.	7	1-6	12	0	6	
2.	Тема 2. Тема 2. Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы	7	7-12	12	0	6	
3.	Тема 3. Тема 3. Примеры решения уравнения конвективной диффузии	7	13-18	12	0	6	
4.	Тема 4. Промежуточная форма контроля	7	18	0	0	0	
5.	Тема 5. Тема 4. Основные сведения о гидрологии водоемов	8	1-3	10	0	4	
6.	Тема 6. Тема 5. Моделирование гидродинамических течений в водоемах.	8	4-6	10	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Тема 6. Моделирование движения загрязнений в водоемах.	8	7-9	10	0	4	
8.	Тема 8. Тема 7. Этап компьютерного моделирования	8	9-13	10	0	14	
9.	Тема 9. Подготовка к экзамену	8		0	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			76	0	44	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Общие сведения об атмосфере и рассеянии загрязнений.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Общие сведения об атмосфере и рассеянии загрязнений. Общая картина загрязнения атмосферы. Общие сведения об атмосфере. Рассеяние примесей в атмосфере. Физические процессы в атмосфере, определяющие миграцию примесей. Исходные положения теории атмосферной диффузии. Классификация категорий устойчивости атмосферы и условий выброса. Пограничный слой атмосферы. Лагранжевы стохастические модели. Эйлерова модель турбулентного рассеяния. Уравнение турбулентной конвективной диффузии. Характеристики турбулентности и скорости ветра.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Вывод уравнения переноса примеси в эйлеровой и лагранжевой постановке. Уравнения пограничного слоя атмосферы.

Тема 2. Тема 2. Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы. Общие сведения о моделях. Характеристики источников выбросов. Методы оценки дисперсии. Перечень основных моделей, используемых для оценки загрязнений атмосферы. Модель Паскуилла-Гиффорда. Модель Института Экспериментальной метеорологии. Трехмерные модели переноса воздушных загрязнений. Тестирование моделей рассеяния примесей.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Аналитические модели профиля ветра. Приближенные распределения коэффициента турбулентного обмена. Сравнение распределений приземной концентрации примеси от точечного источника при различной стратификации атмосферы.

Тема 3. Тема 3. Примеры решения уравнения конвективной диффузии

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Примеры решения уравнения конвективной диффузии Аналитические и численные методы решения уравнения в частных производных. Простейшее уравнение диффузии. Примеры аналитических решений. Сопряженное уравнение переноса и диффузии примеси. Постановка граничных условия для точечных, линейных и площадных источников. Методы численного решения уравнения конвективной диффузии.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Визуализация аналитических решений в математическом пакете. Расчет концентрации загрязнений при варьировании параметров модели рассеяния и конвективного потока.

Тема 4. Промежуточная форма контроля

Тема 5. Тема 4. Основные сведения о гидрологии водоемов

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Основные сведения о гидрологии водоемов Классификация природных вод. Гидрология открытых водоемов. Основы динамики потоков с жестким руслом. Ламинарный и турбулентный режимы речных потоков. Пристенный слой турбулентного потока - общие свойства. Определение основных параметров пристенного слоя. Полугладкие и полушероховатые стенки. Коэффициент Шези.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Уравнения механики сплошной среды для описания гидродинамики водоемов.

Тема 6. Тема 5. Моделирование гидродинамических течений в водоемах.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Моделирование гидродинамических течений в водоемах. Законы сохранения. Уравнения гидродинамики водного течения. Одномерные уравнения Сан-Венана. Двумерные уравнения мелкой воды. Модели турбулентности.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Одномерные уравнения Сан-Венана. Двумерные уравнения мелкой воды. Методы решения.

Тема 7. Тема 6. Моделирование движения загрязнений в водоемах.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Понятие о качестве воды. Критерии качества воды. Загрязняющие вещества: минеральные, органические, биологические. Источники и пути поступления загрязнений в водные объекты. Точечные и неточечные источники загрязнения водных объектов. Роль гидрологических процессов в формировании диффузного загрязнения водных объектов. Моделирование движения водных загрязнений. Основные типы моделей. Методы решения уравнений переноса загрязнений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Примеры аналитических и численных моделей движения примеси в водной среде.

Тема 8. Тема 7. Этап компьютерного моделирования

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Этап компьютерного моделирования Этап компьютерного моделирования. Введение в предметные пакеты решения задач гидромеханики. Возможности "предметных" пакетов программ для решения задач математической экологии. Стандартные программы расчета распространения загрязнений.

лабораторная работа (14 часа(ов)):

Интегрированные математические пакеты для решения простейших задач распространения загрязнений. Возможности CFD пакетов прогнозирования движения примесей в водной и воздушной средах.

Тема 9. 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
1.	Тема 1. Тема 1. Общие сведения об атмосфере и					

рассеянии загрязнений.

7	1-6	Общие сведения об атмосфере и рассеянии загрязнений.	

Общая картина загрязнения атмосферы. Общие свед			
		6	Устный опрос. Защита

рефератов.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Тема 2. Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы	7	7-12	Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы. Общие сведения о моделях. Характери	6	Устный опрос. Защита рефератов.
3.	Тема 3. Тема 3. Примеры решения уравнения конвективной диффузии	7	13-18	Примеры решения уравнения конвективной диффузии Аналитические и численные методы решения уравнения в	6	Устный опрос. Защита рефератов.
5.	Тема 5. Тема 4. Основные сведения о гидрологии водоемов	8	1-3	Основные сведения о гидрологии водоемов Классификация природных вод. Гидрология открытых водоемов. О	23	Устный опрос. Защита рефератов.
6.	Тема 6. Тема 5. Моделирование гидродинамических течений в водоемах.	8	4-6	Моделирование гидродинамических течений в водоемах. Законы сохранения. Уравнения гидродинамики водно	23	Устный опрос. Защита рефератов.
7.	Тема 7. Тема 6. Моделирование движения загрязнений в водоемах.	8	7-9	Понятие о качестве воды. Критерии качества воды. Загрязняющие вещества: минеральные, органические, б	17	Устный опрос. Защита рефератов.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Тема 7. Этап компьютерного моделирования	8	9-13	Этап компьютерного моделирования Этап компьютерного моделирования. Введение в предметные пакеты реше	15	Устный опрос. Защита рефератов.
	Итого				96	

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. Общие сведения об атмосфере и рассеянии загрязнений.

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

1. Общая картина загрязнения атмосферы. Общие сведения об атмосфере. Рассеяние примесей в атмосфере. Физические процессы в атмосфере, определяющие миграцию примесей. 2. Исходные положения теории атмосферной диффузии. Классификация категорий устойчивости атмосферы и условий выброса. Пограничный слой атмосферы. 3. Лагранжевы стохастические модели. Эйлерова модель турбулентного рассеяния. Уравнение турбулентной конвективной диффузии. Характеристики турбулентности и скорости ветра. 4. Общие сведения о моделях рассеяния загрязнений. Характеристики источников выбросов. Методы оценки дисперсии. Перечень основных моделей, используемых для оценки загрязнений атмосферы.

Тема 2. Тема 2. Модели оценки и прогноза состоянии уровня загрязнения атмосферы

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

Модель Паскуилла-Гиффорда. Модель Института Экспериментальной метеорологии. 6. Трехмерные модели переноса воздушных загрязнений.

Тема 3. Тема 3. Примеры решения уравнения конвективной диффузии

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

Аналитические и численные методы решения уравнения в частных производных. Простейшее уравнение диффузии. Примеры аналитических решений. 8. Сопряженное уравнение переноса и диффузии примеси. Постановка граничных условия для точечных, линейных и площадных источников. 9. Методы численного решения уравнения конвективной диффузии.

Тема 4. Промежуточная форма контроля

Тема 5. Тема 4. Основные сведения о гидрологии водоемов

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

10. Классификация природных вод. Гидрология открытых водоемов. 11. Основы динамики потоков с жестким руслом. Ламинарный и турбулентный режимы речных потоков. Пристенный слой турбулентного потока - общие свойства. Определение основных параметров пристенного слоя. Коэффициент Шези.

Тема 6. Тема 5. Моделирование гидродинамических течений в водоемах.

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

12. Законы сохранения. Уравнения гидродинамики водного течения. 13. Одномерные уравнения Сан-Венана. 14. Двумерные уравнения мелкой воды. 15. Модели турбулентности.

Тема 7. Тема 6. Моделирование движения загрязнений в водоемах.

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

19. Основные типы моделей движения водных загрязнений. 20. Методы решения уравнений переноса загрязнений.

Тема 8. Тема 7. Этап компьютерного моделирования

Устный опрос. Защита рефератов. , примерные темы:

21. Введение в предметные пакеты решения задач гидромеханики. Возможности "предметных" пакетов программ для решения задач математической экологии. 22. Стандартные программы расчета распространения загрязнений.

Тема 9. Подготовка к экзамену

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету и 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).

В качестве промежуточного контроля проводится зачет (7 семестр), итогового - экзамен (8 семестр).

Примеры вопросов аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Общая картина загрязнения атмосферы. Общие сведения об атмосфере. Рассеяние примесей в атмосфере. Физические процессы в атмосфере, определяющие миграцию примесей.

2. Исходные положения теории атмосферной диффузии. Классификация категорий устойчивости атмосферы и условий выброса. Пограничный слой атмосферы.

3. Лагранжевы стохастические модели. Эйлерова модель турбулентного рассеяния. Уравнение турбулентной конвективной диффузии. Характеристики турбулентности и скорости ветра.

4. Общие сведения о моделях рассеяния загрязнений. Характеристики источников выбросов. Методы оценки дисперсии. Перечень основных моделей, используемых для оценки загрязнений атмосферы.

5. Модель Паскуилла-Гиффорда. Модель Института Экспериментальной метеорологии.

6. Трехмерные модели переноса воздушных загрязнений.

7. Аналитические и численные методы решения уравнения в частных производных. Простейшее уравнение диффузии. Примеры аналитических решений.

8. Сопряженное уравнение переноса и диффузии примеси. Постановка граничных условия для точечных, линейных и площадных источников.

9. Методы численного решения уравнения конвективной диффузии.

10. Классификация природных вод. Гидрология открытых водоемов.

11. Основы динамики потоков с жестким руслом. Ламинарный и турбулентный режимы речных потоков. Пристенный слой турбулентного потока - общие свойства. Определение основных параметров пристенного слоя. Коэффициент Шези.

12. Законы сохранения. Уравнения гидродинамики водного течения.

13. Одномерные уравнения Сан-Венана.

14. Двумерные уравнения мелкой воды.

15. Модели турбулентности.

16. Понятие о качестве воды. Критерии качества воды. Загрязняющие вещества: минеральные, органические, биологические.

17. Источники и пути поступления загрязнений в водные объекты. Точечные и неточечные источники загрязнения водных объектов.

18. Роль гидрологических процессов в формировании диффузного загрязнения водных объектов. Моделирование движения водных загрязнений.

19. Основные типы моделей движения водных загрязнений.

20. Методы решения уравнений переноса загрязнений.

21. Введение в предметные пакеты решения задач гидромеханики. Возможности "предметных" пакетов программ для решения задач математической экологии.

22. Стандартные программы расчета распространения загрязнений.

Примеры практических заданий:

1. Вы эколог завода с разрешением на сброс очищенных сточных вод в центр реки со скоростью потока 2 м3с-1. Река имеет квадратное сечение с площадью 20м2. Согласно нормативам текущего технологического процесса слив полностью обрабатывается перед спуском. Слив контролируется, а если концентрация химического вещества в потоке отходов превосходит безопасный порог, равный 100 мгл-1 (0,1 гл-1) завод будет отключен. Тем не менее, время отклика для отключения составляет 100 секунд. Вы просили, чтобы подготовили отчет о воздействии на окружающую среду для рыбоводного завода, расположенного на 1 км ниже по течению от нового завода. Инкубатор берет воду из реки, чтобы промыть резервуар инкубатора. На основании исследований хронического воздействия на молодь рыбы норматив безопасности в инкубаторе установлен на уровне C = 0,5 мгл-1. Напишите выражение, описывающее концентрации, измеренные в инкубаторе. Затем для каждого сценария, приведенного ниже, найдите пик концентрации и продолжительность воздействия.

Случай 1: высокая скорость слива. U = 50 смс-1, Dx = 10 м2с-1, DY = Dz = 0,1 м2с-1

Случай 2: низкая скорость слива. U = 2 смс-1, Dx = 1 м2с-1, Dy = Dz = 0,01 м2с-1

2. Вы идете по длинному коридору (100 м) в офисе. Ваш коллега несет флакон, содержащий 10 г вредных пахнущих газов. Не дойдя 20м до двери вашего офиса, он спотыкается и разбивает флакон. Газ быстро смешался по вертикали и горизонтали в пределах коридора (2 м в ширину и 3 м в высоту). Нос человека чувствует газ в концентрации выше 10 - мг / л. Допустим изотропную диффузию, D = 0,05 м2 / с.

Вопрос: Спустя какое время после разлива вы чувствуете запах газа?

1. Рассчитать распределение приземной концентрации загрязнений от точечного источника в рамках гауссовой модели.

2. Найти зависимость положения и величины максимальной приземной концентрации от скорости ветра и мощности источника.

3. Рассчитать динамику концентрации радионуклидов в озере

4. Рассчитать распределение концентрации загрязнений от точечного источника вблизи реки.

7.1. Основная литература:

Математическое моделирование, Самарский, Александр Андреевич;Михайлов, Александр Петрович, 2005г.

2. Экологический мониторинг атмосферы: Учебное пособие / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 136 с. - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=327080

3. Экологический мониторинг водных объектов: Учебное пособие / И.О. тихонова, Н.Е. Кручинина, А.В. Десятов. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2012. - 152 с. - http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=326721

7.2. Дополнительная литература:

Уравнения математической физики, Тихонов, Андрей Николаевич;Самарский, Александр Андреевич, 2004г.

2. Наац В.И. Наац И.Э. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы. М.: изд-во Физматлит, 2009, 27 стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2268

7.3. Интернет-ресурсы:

математический образовательный сайт - www.exponenta.ru

программы расчета гидродинамики рек - www.flow3d.com/

программы расчета переноса загрязнений - www.weblakes.com/

сайт МИТ - Transport-processes-in-the-environment, http://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/1-061-transport-processes-in-the-environm

электронная база научной литературы - www.sciencedirect.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Модели массопереноса в природных средах" 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 "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.

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. _____
Костерина Е.А. _____
Шарафутдинов В.Ф. _____
"__" _____ 201 __ г.

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