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. Минзарипов Р.Г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Перенос загрязнений в окружающей среде 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 2180514

Казань
2014

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

изучение основ теории переноса невесомых и весомых примесей в воздушной и водной средах.

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 студентов с теоретических основах моделирования процессов переноса загрязнений в воздушных и водных средах. Для полноценного освоения курса требуется знание основ "Математики", "Физики" и "Информатики". Материал данного курса необходим при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием.

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
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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
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:

основные механизмы переноса воздушных и водных загрязнений в природных средах, законы движения воздушных и водных масс в природных средах.

2. должен уметь:

ориентироваться в математических моделях переноса водных и воздушных загрязнений, в методах аэрозольных измерений и очистки газов от дисперсных загрязнений

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о атмосферных течениях и течениях в водоемах, навыками расчетного прогнозирования уровня загрязнений в воздушной и водной средах

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять теоретические знания о атмосферных течениях и течениях в водоемах, навыки расчетного прогнозирования уровня загрязнений в воздушной и водной средах

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. Процессы переноса в водных и воздушных средах.	7	1-6	12	0	6	контрольная работа
2.	Тема 2. Тема 2. Рассеяние загрязнений в атмосфере.	7	7-12	12	0	6	
3.	Тема 3. Тема 3. Моделирование движения дисперсных загрязнений	7	13-18	12	0	6	
4.	Тема 4. Тема 4. Гидродинамика водоемов и подземных вод.	8	1-3	10	0	4	
5.	Тема 5. Тема 5. Моделирование переноса загрязнений водоемов и подземных вод.	8	4-6	10	0	4	контрольная работа
6.	Тема 6. Тема 6. Модели переноса загрязнений с учетом физико-химических процессов.	8	7-9	10	0	4	
7.	Тема 7. Тема 7. Этап вычислительный эксперимента	8	9-13	10	0	14	
.	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. Процессы переноса в водных и воздушных средах.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Классификация процессов переноса. Процесс диффузии. Конвективный перенос. Турбулентный перенос. Кинематика и динамика сплошной несжимаемой и сжимаемой среды, идеальной и вязкой жидкости

лабораторная работа (6 часа(ов)):

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

Тема 2. Тема 2. Рассеяние загрязнений в атмосфере.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Общая картина загрязнения атмосферы. Общие сведения об атмосфере. Исходные положения теории атмосферной диффузии. Динамика воздушных загрязнений в условиях городской среды

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. Моделирование движения дисперсных загрязнений

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Введение в механику аэрозолей. Распределение частиц по размерам. Уравнение движения аэрозольных частиц. Эйлерово и лагранжево описание дисперсного течения. Мониторинг дисперсных загрязнений. Методы аэрозольных измерений. Дисперсные загрязнения и здоровье человека. Функция вдыхаемой фракции дисперсных загрязнений.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение гистограммы распределения частиц по размерам. Аппроксимация распределения частиц по размерам. Простейшие решения уравнения движения одиночной частицы.

Тема 4. Тема 4. Гидродинамика водоемов и подземных вод.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Вывод уравнений гидродинамики водных течений. Интегральные уравнения сохранения. Система уравнений динамики несжимаемой жидкости. Приближенные модели. Уравнения Сен-Венана. Уравнения мелкой воды. Фильтрационные течения. Модели потенциальных течений

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Система уравнений механики сплошной среды для описания гидродинамики водоемов.

Тема 5. Тема 5. Моделирование переноса загрязнений водоемов и подземных вод.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Численные методы решения уравнений гидромеханики. Метод конечных объемов. Уравнение турбулентной конвективной диффузии. Граничные условия. Аналитические и численные решения уравнений переноса загрязнений.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

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

Тема 6. Тема 6. Модели переноса загрязнений с учетом физико-химических процессов.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Химические процессы в атмосфере. Химические процессы в водных средах. Уравнения химической кинетики. Совместное моделирование гидродинамических, физико-химических и биологических процессов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Примеры аналитических и численных моделей движения химически активной примеси в водной среде.

Тема 7. Тема 7. Этап вычислительный эксперимента

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Возможности вычислительного эксперимента для решения задач прогнозирования движения загрязнений в воздушной и водной средах. Стандартные пакеты программ решения задач гидромеханики. Методы вычислительной математики в решении задач переноса загрязнений. 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.

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. Процессы переноса в водных и воздушных средах.	7	1-6	Повторить классификацию процессов переноса. Процесс диффузии. Конвективный перенос. Турбулентный пер	6	проверка выполненных заданий
2.	Тема 2. Тема 2. Рассеяние загрязнений в атмосфере.	7	7-12	Повторить общие сведения об атмосфере, исходные положения теории атмосферной диффузии. Динамика возд	6	проверка выполненных заданий
3.	Тема 3. Тема 3. Моделирование движения дисперсных загрязнений	7	13-18	Повторить введение в механику аэрозолей. Распределение частиц по размерам. Уравнение движения аэрозо	6	проверка выполненных заданий
4.	Тема 4. Тема 4. Гидродинамика водоемов и подземных вод.	8	1-3	Повторить вывод уравнений гидродинамики водных течений. Интегральные уравнения сохранения. Система у	17	проверка выполненных заданий

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Тема 5. Моделирование переноса загрязнений водоемов и подземных вод.	8	4-6	Повторить численные методы решения уравнений гидромеханики. Метод конечных объемов. Уравнение турбул	10	проверка выполненных заданий
				подготовка к контрольной работе	7	контрольная работа
6.	Тема 6. Тема 6. Модели переноса загрязнений с учетом физико-химических процессов.	8	7-9	Повторить химические процессы в атмосфере. Химические процессы в водных средах. Уравнения химической	21	проверка выполненных заданий
7.	Тема 7. Тема 7. Этап вычислительный эксперимента	8	9-13	Повторить возможности вычислительного эксперимента для решения задач прогнозирования движения загряз	23	проверка выполненных заданий
	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. Процессы переноса в водных и воздушных средах.

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Описать и оценить вклад различных механизмов переносе загрязнений в различных средах

Тема 2. Тема 2. Рассеяние загрязнений в атмосфере.

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Вывести уравнение диффузии для точечного источника

Тема 3. Тема 3. Моделирование движения дисперсных загрязнений

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Решить уравнения движения пылевой частицы в постоянном поле скоростей

Тема 4. Тема 4. Гидродинамика водоемов и подземных вод.

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Оценить долю взвеси, оседающей на дно реки с учетом цилиндричской формы дна

Тема 5. Тема 5. Моделирование переноса загрязнений водоемов и подземных вод.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решить тестовую задачу в математическом пакете

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Записать уравнение переноса загрянений в водной среде

Тема 6. Тема 6. Модели переноса загрязнений с учетом физико-химических процессов.

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Записать модель переноса водных загрязнений с учетом химических реакций

Тема 7. Тема 7. Этап вычислительный эксперимента

проверка выполненных заданий , примерные вопросы:

Решить тестовую задачу в математическом пакете

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

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.

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

Портал по механике для студентов: лекции, чертежи, литература. - bcoreanda.com

сайт фирмы - www.wolfram.com

электронная база научной литературы - www.scirus.com

электронная база научной литературы - www.sciencedirect.com

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Перенос загрязнений в окружающей среде" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийные средства.

Компьютеры с установленными на них интегрированными математическими пакетами.

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.