

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ НА АТМОСФЕРУ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):

**Экологические проблемы больших городов, промышленных зон
и полярных областей**

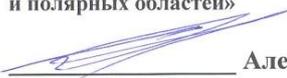
Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Экологические проблемы больших
городов, промышленных зон
и полярных областей»

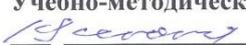
 Алексеев Д.К.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

 2018 г., протокол № 4

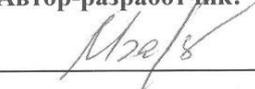
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 2018 г., протокол № 7

Зав. кафедрой 

Абанников В.Н.

Автор-разработчик:

 Баранова М.Е.

Санкт-Петербург 2018

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу» является получение и последующее применение студентами знаний в области теоретических и методических основ математического моделирования, разработки требований к создаваемым моделям и критериев их оценки, правильности выбора модели в зависимости от цели и задачи проведения исследований

Задачи:

- Формирование знаний законодательства Российской Федерации и правоотношений в области экологии и природопользования;
- Формирование представлений об устойчивости природных систем;
- Формирование практических навыков использования и создания простейших моделей, необходимых для рационального решения проблем прогноза загрязнения атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу» для направления подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование входит в вариативную часть учебного плана (108 часов общей трудоемкости) относится к дисциплинам по выбору вариативной части цикла профессиональных дисциплин, читается на четвертом курсе обучения в 7-м семестре.

Приступая к изучению дисциплины «Математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу» студент должен обладать знаниями в областях экологии и природопользования на уровне, предусмотренном государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить

разделы дисциплин: «Охрана окружающей среды», Основы метеорологии и климатологии», «Основы природопользования», «Прикладные программные системы в экологии», «Геоинформационные системы» и «Экологический мониторинг».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ПК-21	владение методами геохимических и геофизических исследований, общего и геоэкологического картографирования, обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации, методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу», обучающийся должен:

Знать: типизацию метеорологических процессов в перенос и рассеяния примесей в атмосфере, основные математические модели переноса и рассеяния примесей в атмосфере, методы прогноза загрязнения атмосферы на основе анализа и прогноза метеорологических характеристик.

Уметь: рассчитывать характеристики загрязнения атмосферы с использованием математических моделей, рассчитывать и анализировать характеристики устойчивости атмосферы по данным метеорологических измерений.

Владеть: методикой расчета параметров загрязнения атмосферы основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений, а так же владеть знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном

взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Математическое моделирование антропогенных воздействий на атмосферу» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии моделирования и содержания	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории моделирования, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий моделирования	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержаниях моделей	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций моделей	Способен сравнивать концепции, аргументировано излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументировано проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории моделирования	Знает основные отличия концепций в проблемной области моделирования антропогенного загрязнения атмосферы	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержаниях	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в области анализа, владеет подходами и методами моделирования к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основных моделей, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает практическую ценность мат.моделей, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы – 108 часов.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах
год набора: 2017 2018 очная форма обучения;
2016 – 2018 заочная форма обучения

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	44	12
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	30	8
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	64	96
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
1	Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.	7	2	8	20	Тесты, задания	4	ПК-21

2	Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере	7	6	10	20	Тесты, задания	4	ПК-21
3	Математическое моделирование процессов загрязнения атмосферы.	7	6	12	24	Тесты, задания	4	ПК-21
ИТОГО			14	30	64		12	

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
1	Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.	5	1	2	24	Тесты, задания, практические работы	2	ПК-21
2	Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере	5	1	2	36	Тесты, задания, практические работы	2	ПК-21
3	Математическое моделирование процессов загрязнения атмосферы.	5	2	4	36	Тесты, задания, практические работы	2	ПК-21
ИТОГО			4	8	82		6	

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.

- Общая циркуляция атмосферы. Центры действия атмосферы. Западно-восточный перенос.
- Адвективный и конвективный переносы аэрозоля и примесей в атмосфере. Локальная, региональная и глобальная турбулентность.
- Виды аэрозоля. Суточный, сезонный и годовой ход количества примесей в атмосфере.
- Основные источники окислов азота в атмосфере. Радиационно-активные газы в атмосфере.
- Взаимосвязи между биогенными и техногенными выбросами и прозрачностью атмосферы.

4.2.2. Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере

- Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии примеси от источников произвольной конфигурации, его вывод и анализ.
- Аналитические решения полуэмпирического уравнения для мгновенного выброса от точечного источника, для постоянных выбросов от наземного площадного и приподнятого точечного источников в условиях однородной и стационарной турбулентности.
- Описание турбулентной диффузии примесей с использованием метода Лагранжа.
- Уравнение для тензора относительного смещения частиц и его решение для предельных случаев. Понятие временного масштаба атмосферной турбулентности и его влияние на характер рассеяния примесей в атмосфере.
- Теория подобия Монина-Обухова для приземного слоя и характеристик турбулентного рассеяния примесей.
- Особенности описания турбулентной диффузии при условии локального перегрева источника выбросов. Понятие критической скорости ветра.

- Одномерные, двумерные и трехмерные численные модели переноса и рассеяния примесей в атмосфере на основе использования полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии. Лагранжевы стохастические модели турбулентной диффузии.

4.2.3. Математическое моделирование загрязнения атмосферы.

-Транспортно-химические модели атмосферы и океана. Задание граничных и начальных условий. Основные системы уравнений. Типы параметризаций, описывающих солнечную радиацию, конвекцию, подстилающую поверхность, облачность.

- Конечно-разностные схемы, используемые при решении основных уравнений движения.

- Химические схемы. Типы химических схем.

- Современные базы данных прогностической информации о состоянии атмосферы, используемые для последующего прогноза загрязнения атмосферы.

- Особенности влияния неустойчивости атмосферы на распространение примесей в атмосфере. Сухое и влажное осаждения примесей.

- Гауссова модель турбулентной диффузии примеси от приподнятого точечного источника Пэскуилла-Гиффорда-Бриггса. Ее соответствие решению полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии от аналогичного источника.

- Методы статистического анализа для расчета вероятности ожидаемых уровней загрязнения атмосферы по накопленным рядам стандартных гидрометеорологических наблюдений.

- Использование данных реанализа при прогнозе ожидаемых уровней загрязнения атмосферы.

- Региональные модели прогноза состояния атмосферы на примере прогностической физико-химической модели WRF-Chem.

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Организация баз данных источников загрязнения атмосферы в городах и промышленных зонах.	Разъяснение, решение задачи	ПК-21
2	2	Гауссова модель переноса и рассеяния примесей в атмосфере Пэскуилла-Гиффорда-Бриггса.	Разъяснение, решение задачи	ПК-21
3	3	Использование программных средств расчета и прогноза загрязнения атмосферы в городах и промышленных зонах.	Разъяснение, решение задачи	ПК-21

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в процессе изучения дисциплины. В качестве инструмента контроля используются тесты и задания.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

Тесты для оценки текущей успеваемости студентов представлены в системе тестирования Moodle и разбиты по темам дисциплины. Задания в тесте оцениваются разным числом баллов. Правильный ответ 1 балл, неправильный 0 баллов. Максимальное количество баллов в соответствии с количеством вопросов в тесте переводится в процент выполнения. Студенту необходимо набрать не менее 80%.

Пример тестовых заданий.

1. Установите соответствие между масштабами загрязнения биосферы и их характеристикой. (Локальное, Региональное, Глобальное)
 - а) характерно для городов, крупных промышленных и транспортных предприятий
 - б) охватывает значительные территории и акватории как результат влияния крупных промышленных районов

- c) распространяется на большое расстояние, вплоть до общепланетарного влияния
- d) связано с отклонением физических параметров окружающей среды от нормы.

2. Основным источником поступления в атмосферу газа метана являются?

- a) болотистые районы
- b) пустыни
- c) степные районы
- лесные массивы.

3. В результате фотохимического смога образуются?

- a) серная и азотная кислота
- b) оксиданты
- c) парниковые газы
- d) фреоны

4. В приземном слое воздуха, загрязненном выбросами автотранспорта, под действием солнечной радиации образуется?

- a) радиоактивный след
- b) озоновый экран
- c) фотохимический смог
- d) парниковый эффект

Выполненное студентом контрольное задание сдается преподавателю после практики для проверки. По результатам расчетов и ответов студента на вопросы преподаватель оценивает работу.

Задания к Разделу 1. Расчет рассеивания выбросов в атмосферу от горячих и холодных источников.

Задания к Разделу 2. Оценка экологической опасности промышленных предприятий.

Задания к Разделу 3. Определение экологического ущерба от

загрязнения атмосферы при пожаре на полигоне бытовых отходов.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Раздел 1. Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.

Изучить особенности атмосферной циркуляции в глобальном и региональном масштабах и ее влияние на перенос и накопление различных примесей в атмосфере и на подстилающей поверхности.

Раздел 2. Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере

Изучить основные подходы при описании процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере. Учет физико-географических особенностей при задании начальных и граничных условий в основную систему уравнений .

Раздел 3. Математическое моделирование процессов загрязнения атмосферы

Изучить предмет, задачи и основные принципы математическое моделирование загрязнения атмосферы.

5.3. Промежуточный контроль: 7 семестр – зачет

После 7 семестра промежуточный контроль осуществляется в форме зачета. Зачет, проводится в форме устного опроса по вопросу, устного тестирования или тестирования в среде Moodle.

Перечень вопросов к зачету:

- 1) Определение и классификация форм загрязнения.
- 2) Атмосфера. Источники загрязнения атмосферного воздуха. Состав и свойства атмосферы.
- 3) Промышленные предприятия как источники загрязнения окружающей среды.
- 4) Влияние урбанизации на окружающую среду.
- 5) Химическое загрязнение окружающей среды.

- б) Основные группы загрязняющих веществ и источники загрязнения атмосферного воздуха.

Изучение дисциплины завершается зачётом, проводимым в форме устного опроса по билету или тестирования в системе дистанционного обучения Moodle. Билет состоит из двух теоретических вопросов и задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Пиловец Г.И., Метеорология и климатология: Учебное пособие. Режим доступа: Режим доступа:<http://znanium.com/bookread2.php?book=391608>
2. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. - Л.:ГМИ, 1965, с.874. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090546.pdf
3. Степанова, Е. В. Введение в химию природной среды. [Текст] : учеб. пособие. Специальность: экономика и управление на предприятиях природопользования / РГГМУ. - Санкт-Петербург : 2006. - 122 с. Режим доступа:http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_1aa28d5d29cc4deca48123b4ddcefaee.PDF

б) дополнительная литература:

1. Газовые примеси в атмосфере над Москвой летом 2010 г. [Текст] / Н. Ф. Еланский [и др.] // Известия РАН; серия ФАО. - 2011. - Т.47 , №6 . - С. 729-738. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17238008>
2. Алоян А.Е., Ермаков А.Н., Арутюнян В.О., Загайнов В.А. Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2010. Т. 46. № 5. С. 657-671. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15249245>
3. Ключенкова М.И., Луканин А.В., Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов: Учебное пособие. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 142 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/545277>
4. Ветошкин А.Г., Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: Учебное пособие. Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 416 с.: ISBN 978-5-9729-0127-2 - Режим доступа:

<http://znanium.com/catalog/product/760018>

5. Галин В.Я., Смышляев С.П., Володин Е.М. Совместная химико-климатическая модель атмосферы // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2007. Т. 43. № 4. С. 437–452.
6. Головизин В. М., Сараский А.А. Разностная аппроксимация конвективного переноса с пространственным расщеплением временной производной // Математическое моделирование. 1998. Т. 10. № 1. С.86-100.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- MS Office2010/XP;
- электронная библиотека ЭБС «Znanium» (<http://znanium.com/>) и др.
- <http://ru.wikipedia.org>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (Разделы №1-3)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>
Практические занятия	<p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>

Индивидуальные задания (подготовка материалов для ВКР)	Поиск литературы и составление библиографии по теме. Знакомство с основной и дополнительной литературой. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету после 7 семестра и к экзамену после 8 семестра необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для самоподготовки, вопросы для зачетов и к экзамену и т.д.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

- лекции-визуализации;
- для размещения учебных и методических материалов по дисциплине, а также для проведения контрольно-проверочного тестирования по каждой теме используется программа Moodle;
- для проведения компьютерного тестирования используется программа Moodle;
- организация взаимодействия преподавателя со студентами для осуществления консультационной работы по подготовке к практическим занятиям и подбору необходимой литературы, помимо консультаций, осуществляется посредством электронной почты.

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Введение, роль метеорологические явления в процессы переноса и рассеяния примесей в атмосфере.	взаимодействие традиционных и технико-электронных средств; применение элементов дистанционных образовательных технологий,	программа Moodle Прикладные программы в среде Windows (Excel). пакет Microsoft PowerPoint

	организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, компьютерного тестирования	
Математические модели переноса и рассеяния примесей в атмосфере	взаимодействие традиционных и технико-электронных средств; применение элементов дистанционных образовательных технологий, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, компьютерного тестирования	программа Moodle Прикладные программы в среде Windows (Excel). пакет Microsoft PowerPoint
Математическое моделирование загрязнения атмосферы.	взаимодействие традиционных и технико-электронных средств; применение элементов дистанционных образовательных технологий, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, компьютерного тестирования	программа Moodle Прикладные программы в среде Windows (Excel). пакет Microsoft PowerPoint

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано

специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Организация взаимодействия преподавателя со студентами для осуществления консультационной работы по подготовке к практическим занятиям и подбору необходимой литературы, помимо консультаций в аудитории и на кафедре, осуществляется посредством электронной почты.

Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

**Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах
год набора: 2019 очная форма обучения;
2019 заочная форма обучения**

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	28	8
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	96
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет

Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа		
1	Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.	7	2	8	20	Тесты, задания	ПК-21
2	Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере	7	6	10	22	Тесты, задания	ПК-21
3	Математическое	7	6	10	24	Тесты,	ПК-21

	моделирование процессов загрязнения атмосферы.					задания	
	ИТОГО		14	28	66		

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа		
1	Роль процессов, происходящих в атмосфере на перенос и рассеяние различных примесей.	5	1	2	24	Тесты, задания, практические работы	ПК-21
2	Физико-математическое описание процессов переноса и рассеяния примесей в атмосфере	5	1	2	36	Тесты, задания, практические работы	ПК-21
3	Математическое моделирование процессов загрязнения атмосферы.	5	2	4	36	Тесты, задания, практические работы	ПК-21
	ИТОГО		4	8	96		