

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и природопользования»

Рабочая программа по дисциплине

ЕСТЕСТВЕННАЯ И АНТРОПОГЕННАЯ ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.06 «Экология и природопользование»

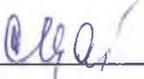
Направленность (профиль):
Природопользование

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

Год поступления 2022, 2021

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Экология и природопользование»


Цай С.Н.

Утверждаю
Директор филиала ФГБОУ
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе  Олейников С.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
20 июня 2023 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Цай С.Н.

Авторы-разработчики:
_____ Соловьева А.А.

Туапсе 2023

Рассмотрена и рекомендована к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры № 4 от 20 июня 2023 г

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на ____/____ учебный год с изменениями (см. лист изменений)**

Протокол заседания кафедры _____ от __.__.20__ №__

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

** Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование знаний о химических процессах, протекающих в атмосфере, экологических проблемах техногенного влияния на атмосферу.

Задачи:

- получение теоретических знаний и базовых понятий, характеризующих состояние, взаимодействие и эволюцию основных биогеохимических циклов в условиях функционирования системы земля – атмосфера - солнечное излучение;
- изучение механизмов поступления и трансформации загрязняющих веществ в атмосфере;
- овладение практическими навыками физико-химических методов анализа атмосферного воздуха.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Естественная и антропогенная химия атмосферы» для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина «Естественная и антропогенная химия атмосферы» изучается:

- в 7 семестре - очная форма обучения;
- на 5 курсе - заочная форма обучения.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин экологического и естественно научного цикла и необходимой для изучения дисциплин «Геохимия окружающей среды» и др.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание особенностей химического состава атмосферы и механизмов абиогенной, биогенной и антропогенной трансформации химических соединений в атмосфере; умение применять физико-химический анализ для понимания и описания химических процессов абиогенного, биогенного и техногенного характера в атмосфере; владение навыками анализа информации по химическому составу атмосферы с позиций ее значимости для экологических оценок.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-2; ПК-6.

Таблица 1

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен подготавливать проектную документацию для проведения экологической экспертизы, инженерно-экологических исследований для оценки воздействия на	ПК-2.1 Проводит оценку воздействия на окружающую среду планируемой деятельности, в том числе в полярных регионах ПК-2.2 Планирует по результатам оценки воздействия на окружающую среду мероприятия по снижению (предотвращению)	<i>Знать:</i> особенности химического состава атмосферы и механизмы абиогенной трансформации химических соединений в атмосфере; знать механизмы поступления загрязняющих веществ в атмосферу. <i>Уметь:</i> применять методы физико-химического анализа для понимания и описания химических процессов

<p>окружающую среду различных видов хозяйственной деятельности, в том числе в полярных регионах.</p>	<p>негативного воздействия ПК-2.3 Обосновывает мероприятия по снижению (предотвращению) негативного воздействия на окружающую среду при введении в эксплуатацию в организации конкретного вида оборудования ПК-2.4 Анализирует и правильно применяет нормативно-правовые акты при осуществлении профессиональной деятельности с учетом физико-географических особенностей объекта негативного воздействия</p>	<p>абиогенного, биогенного и техногенного характера в атмосфере; <i>Владеть:</i> навыками применения физико-химических методов анализа атмосферного воздуха при решении профессиональных задач.</p>
<p>ПК-6 Способен разрабатывать предложения по предупреждению аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду</p>	<p>ПК-6.2 Идентифицирует вредные и опасные факторы при осуществлении хозяйственной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i> иметь представление о проблемах образования загрязняющих атмосферу веществ из естественных и антропогенных источников; <i>Уметь:</i> идентифицировать негативные факторы воздействия на атмосферный воздух при осуществлении хозяйственной деятельности; <i>Владеть:</i> навыками анализа информации по химическому составу атмосферы с позиций ее значимости для экологических оценок.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Таблица 2

Объем дисциплины	Количество часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	-	12
в том числе:	-	-	-
лекции	14	-	4
занятия семинарского типа:			
практические занятия	28	-	8
лабораторные занятия			

Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	-	96
в том числе:	-	-	-
курсовая работа			
контрольная работа			
Вид промежуточной аттестации	зачет		

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы	7	2	4	10	семинар, тест	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
2	Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере	7	2	4	8	семинар, тест	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
3	Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.	7	4	6	14	семинар, тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
4	Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди	7	2	6	12	семинар, тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
5	Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере	7	2	4	12	семинар, тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
	Раздел 6.	7	2	4	10	семинар, тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-

6	Аэрозоли							2.2,ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
	ИТОГО	-	14	28	66	-	-	-

Структура дисциплины для заочной формы обучения

Таблица 4

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы	5	1	1	14	семинар	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
2	Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере	5	-	1	14	тест	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
3	Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.	5	1	1	14	тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
4	Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди	5	1	1	14	семинар	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
5	Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере	5	1	2	14	семинар	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
6	Раздел 6. Аэрозоли	5	-	2	26	тест	ПК-2, ПК-6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-6.2
	ИТОГО	-	4	8	96	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы.

Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.

Давление в атмосфере и зависимость давления от высоты. Температура в атмосфере и зависимость температуры от высоты. Понятие о сухоадиабатическом и влажно-адиабатическом коэффициентах. Представления о тропопаузе, стратопаузе, мезопаузе, термопаузе.

Тема 1.2. Состав атмосферы

Химический состав атмосферы Земли. Основные компоненты и малые газовые составляющие. Влияние химического состава на вертикальное строение атмосферы. Эволюция атмосферы.

Тема 1.3. Динамика атмосферы

Глобальный перенос примесей. Роль крупномасштабных движений воздуха и турбулентной диффузии в процессах переноса. Скорости обмена вещества между различными резервуарами атмосферы. Скорости химических реакций в атмосфере..

Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере

Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.

Фотодиссоциация. Фотоионизация. Фотохимические реакции с участием оксидов, формальдегида. Влияние фотохимических процессов на возникновение радикалов в облачной среде.

Тема 2.2. Жидкофазные реакции.

Вымывание веществ из атмосферы. Растворение газов в каплях. Гидролиз. Кислотность осадков.

Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.

Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.

Основные реакционноспособные частицы ионосферы и стратосферы. Образование озона в тропосфере и стратосфере.

Тема 3.2. Химия стратосферного озона.

Кислородный, водородный, хлорный и азотный циклы озона.

Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.

Защитная функция озона. Примеси, разрушающие озон. Регуляция потока примесей в атмосферу.

Тема 3.4. Озоновые дыры.

Озоновые дыры, причины их возникновения и трансформация.

Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди.

Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.

Основные реакционноспособные частицы в тропосфере: гидроксильный радикал, оксиды азота и серы и их превращения. Образование оксидов серы и азота в атмосфере, роль молний, роль океанов в поступлении серосодержащих веществ.

Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере.

Окисление двуокиси серы, адсорбированной на твердых частицах дыма. Классический смог. Окисление низших оксидов азота и серы, абсорбированных каплями воды.

Тема 4.3. Кислотные дожди.

Кислотные дожди. Меры борьбы с кислотными дождями.

Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере.

Тема 5.1. Источники метана и механизм его формирования.

Источники метана в атмосфере: естественные и антропогенные. Механизм формирования метана в источниках, образование метана в болотах, рисовых полях, озерах. Физико-химическое описание механизмов транспорта метана из этих источников:

молекулярная диффузия, пузырьковый транспорт, транспорт через растения.

Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.

Химические реакции метана в атмосфере, его концентрация и процессы вывода. Регулирование мощности источников метана.

Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере.

Этан, бензол, изопрен в атмосфере, источники их образования.

Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере.

Газофазное окисление органических соединений в атмосфере. Образование пероксиацетонитрилов. Фотохимический смог.

Раздел 6. Аэрозоли.

Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.

Первичные, вторичные аэрозоли, их источники. Распределение аэрозолей по размерам. Химический состав аэрозолей. Физическая трансформация аэрозолей (коагуляция, гигроскопический рост). Химическая трансформация аэрозолей.

Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата.

Стоки аэрозолей (сухое осаждение, влажное выведение, влажное осаждение). Влияние аэрозолей на климат.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов
1	Структура, состав и динамика атмосферы	4
2	Виды химических процессов в атмосфере	4
3	Роль озона в атмосфере. Озоновые дыры	2
4	Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.	4
5	Гетерогенные реакции в тропосфере. Кислотные дожди	2
6	Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди	4
7	Газофазные реакции в тропосфере. Углеводороды в атмосфере	2
8	Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере	2
9	Аэрозоли	4

Таблица 6

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов
1	Структура, состав и динамика атмосферы	1
2	Виды химических процессов в атмосфере	1
3	Роль озона в атмосфере. Озоновые дыры. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.	1
4	Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические	1

	оксиды, кислотные дожди	
5	Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере	2
	Аэрозоли	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические материалы по дисциплине (конспект лекций, методические указания по самостоятельной работе, тесты, практические работы, презентации по темам дисциплины, размещены в Методических рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Естественная и антропогенная химия атмосферы».

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля – 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 20.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**

Форма проведения зачет – **устно по билету**

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ПК-2

1. Состав атмосферы, масса, распределение плотности с высотой.
2. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.
3. Формирование атмосферы Земли.
4. Скорости химических реакций в атмосфере.
5. Перенос в тропосфере. Характерные времена переноса внутри тропосферы.
6. Перенос между стратосферой и тропосферой.
7. Обмен между атмосферой и океаном.
8. Понятие об источниках, резервуарах, времени пребывания и стоках примесей в атмосфере.
9. Фотохимические процессы в атмосфере.
10. Химические процессы в тропосфере.
11. Жидкофазные реакции. Вымывание веществ из атмосферы. Растворение газов в каплях. Гидролиз. Кислотность осадков.
12. Образование озона в тропосфере и стратосфере.
13. Озон в стратосфере. Циклы превращений озона.
14. Озоновые дыры, причины их возникновения и трансформация.
15. Образование оксидов серы и азота в атмосфере.
16. Соединения серы в атмосфере, их источники и реакции.
17. Природные и антропогенные источники поступления в атмосферу соединений серы.
18. Изобразите схему атмосферного цикла соединений серы

19. Соединения азота в атмосфере, их источники и реакции.
20. Соотношение антропогенных и природных поступлений соединений азота в тропосфере.
21. Приведите схему атмосферного цикла соединений азота.
22. Факторы и процессы, влияющие на поступление оксидов в атмосферу. Кислотные выпадения.
23. Источники метана в атмосфере, естественные и антропогенные.
24. Химические реакции метана в атмосфере, его концентрация и процессы вывода.
25. Эмиссия метана из водоемов.
26. Неметановые углеводороды в атмосфере, их источники и реакции.
27. Формальдегид, СО и водород в атмосфере, их источники и реакции.
28. Органические ненасыщенные соединения в атмосфере.
29. Атмосферный аэрозоль, распределение по размерам, химический состав.
30. Аэрозоли, их источники. Первичные и вторичные частицы.

ПК-6

31. Антропогенные источники озоноразрушающих веществ.
32. Причины разрушения озонового слоя.
33. Антропогенная гипотеза разрушения озона.
34. Мероприятия по сохранению озонового слоя.
35. Смог, его причины и последствия.
36. Типы смога, их различия.
37. Химизм образования пероксиацетилнитрата (ПАН).
38. Методы борьбы со смогом.
39. Вредное воздействие кислотных осадков на почву и растительность.
40. Влияние кислотных осадков на водные объекты.
41. Воздействие кислотных дождей на строения и технику.
42. Меры защиты биосферы от кислотных осадков.
43. Фотохимический смог.
44. Химические реакции, протекающие в ходе образования фотохимического смога
45. Смог Лондонского типа.
46. Влияние кислотных осадков на окружающую среду.
47. Механизм образования метана в шахтах и при горении биомассы.
48. Антропогенные источники летучих органических веществ.
49. Автотранспорт как основной источник антропогенных летучих органических веществ.
50. Влияние аэрозолей на климат.

Перечень практических заданий к зачету:

Примерные тесты

ПК-2

1. Атмосфера Земли характеризуется глобальной температурной инверсией:
 - а) в тропосфере;
 - б) в стратосфере;
 - в) в мезосфере;
 - г) в термосфере;
 - д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.
2. В атмосфере в качестве двух естественных границ резервуаров выделяют:
 - а) тропопаузу и стратопаузу
 - б) внутритропическую зону конвергенции и тропопаузу
 - в) внутритропическую зону конвергенции и стратопаузу
3. Перемешивание вещества в воздухе зависит от:
 - а) времени пребывания вещества в атмосфере
 - б) скорости выведения вещества из атмосферы

- в) времени пребывания вещества в атмосфере и скорости его выведения.
г) скорости ветра и его направления
4. Фотохимическими реакциями называются химические превращения, происходящие:
- а) при разрыве химических связей под действием рентгеновского излучения;
 - б) при разрыве химических связей в результате столкновении молекул;
 - в) при разрыве химических связей, обусловленном поглощением солнечного излучения;
 - г) при разрыве химических связей под действием электромагнитного излучения.
5. На каких высотах преобладает содержание атомарного кислорода:
- а) на высоте 130 км;
 - б) на высоте 90 км;
 - в) на высоте 200 км.
6. Примеси, с частицами среднего размера могут захватываться каплями облаков или осадков за счет:
- а) броуновского движения;
 - б) диффузии;
 - в) инерционных столкновений.
7. Главными кислотообразующими выбросами в атмосферу являются:
- а) диоксид серы SO_2 ;
 - б) оксиды азота NO_x ;
 - в) диоксид серы SO_2 и оксиды азота NO_x ;
 - г) углеводороды.
8. Какую имеет реакцию чистая дождевая вода:
- а) $\text{pH} = 5.6$
 - б) $\text{pH} = 8.1$
 - в) $\text{pH} = 4.5$
 - г) $\text{pH} = 7$
9. Источники метана, такие как болота, тундра, водоемы, насекомые), метангидраты, геохимические процессы, являются:
- а) природными;
 - б) антропогенными;
 - в) квазиприродными.
10. В результате полного окисления метана в тропосфере образуются:
- а) формальдегид, вода, озон;
 - б) углекислый газ, вода, озон;
 - в) монооксид углерода, вода, озон;
11. Среди природных аэрозолей в атмосфере по массе преобладают:
- а) частицы первичного происхождения;
 - б) частицы вторичного происхождения;
 - в) и первых и вторичных частиц поровну.
- ПК-6**
12. Ученые-экологи полагают, что глобальное уменьшение содержания озона в стратосфере может быть вызвано:
- а) увеличением интенсивности УФ-излучения;
 - б) галогенсодержащими углеводородами антропогенного происхождения;
 - в) резким увеличением концентрации CO_2 в тропосфере;
 - г) «зимней воронкой» над Южным полюсом;
 - д) активизацией вулканической деятельности.
13. Роль парникового газа выполняет:
- а) тропосферный озон;
 - б) стратосферный озон;
 - в) кислород;
 - г) азот.

14. Монреальский протокол был направлен:
- а) на сокращение производства и масштабов использования химических веществ, способствующих разрушению озона;
 - б) на решение локальных экологических задач;
 - в) на развитие гражданской активности и природоохранного образования в бывшем СССР;
 - г) на полное и немедленное запрещение производства фреонов;
 - д) на развитие сотрудничества в области сохранения климата.
15. Антропогенная гипотеза объясняет причину разрушения озонового слоя над Антарктидой за счет:
- а) специфики движения воздушных масс в стратосфере высоких широт (полярного вихря);
 - б) увеличения поступления хлорфторуглеродов в атмосферу;
 - в) потоков восстановленных газов глубинного происхождения (молекулярный водород).
16. Основным вкладом в антропогенное загрязнение атмосферы соединениями серы вносят:
- а) выбросы вулканов;
 - б) океанические аэрозоли;
 - в) выбросы предприятий химической промышленности;
 - г) выбросы автомобильного транспорта;
 - д) выбросы ТЭС, работающих на угле и мазуте.
17. Необходимым условием для возникновения смога как в Лондоне, так и в Лос-Анджелесе является:
- а) солнечное излучение;
 - б) высокое атмосферное давление;
 - в) высокая концентрация диоксида серы в тропосфере;
 - г) высокая плотность транспортного потока;
 - д) температурная инверсия.
18. Среди антропогенных источников летучих органических веществ, которые попадают в атмосферу, наибольший вклад вносит:
- а) выбросы предприятий химической промышленности;
 - б) автомобильный транспорт;
 - в) свалки.
19. Источники метана, такие как рисовые поля, шахты, животные, потери при добыче газа и нефти, горение биомассы, свалки, являются:
- а) природными;
 - б) антропогенными;
 - в) квазиприродными
20. В городских аэрозолях по количеству преобладают:
- а) частицы диаметром более 0,1 мкм;
 - б) частицы диаметром более 0,5 мкм;
 - в) частицы диаметром менее 0,1 мкм.

Примерные задачи и задания

ПК-2

1. Вещество поступает в атмосферу только в Северном полушарии. Концентрация вещества в Южном полушарии в 4 раза ниже в среднем, чем в Северном. Каково время жизни вещества в атмосфере?
2. Во сколько раз количество молекул O_2 в 1 см^3 воздуха на высоте вершины горы Эльбрус (5621 м над уровнем моря) меньше, чем среднее значение у поверхности Земли (на уровне моря) при нормальном атмосферном давлении?
3. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул кислорода. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, а энергия связи одного моля кислорода, равная 498,3 кДж/моль, эквивалентна энергии диссоциации.

4. Радикалы ОН исчезают из атмосферы с константой скорости около 1 с^{-1} с образованием радикалов HO_2 . Какова стационарная концентрация радикалов HO_2 ?
5. Концентрация SO_2 составляет 20 ppbv. Температура воздуха составляет 20°C и давление 700 мбар. Чему равна концентрация SO_2 в $\text{мг}/\text{м}^3$?

ПК-6

6. Оцените мольное соотношение и общую массу диоксида серы и оксида азота, поступающих атмосферу в течение суток с выбросами тепловой электростанции, работающей на угле. Содержание серы в угле равно 1,5% (мас.). В сутки на станции сжигается 10 тыс. тонн угля. Концентрация оксида азота в газовых выбросах составляет 150 млн-1. Для сжигания угля используется стехиометрически необходимое количество воздуха. При оценке принять, что уголь состоит из углерода и содержит в качестве примеси только серу.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Тесты	52
Семинары	18
Промежуточная аттестация	20
ИТОГО	100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Естественная и антропогенная химия атмосферы».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды: учебник для академического бакалавриата / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 233 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00029-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/431145>

Дополнительная литература

2. Хаханина Т.И. Химия окружающей среды: учебник для академического бакалавриата. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 215с.

3. Физика атмосферы: комплекс словарей/ сост. Т.О. Сухановская. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 224с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://www.chemnet.ru>
2. <http://www.chemport.ru/>

8.3. Перечень программного обеспечения

- 1) Операционная система MicrosoftWindowsXpProf, MicrosoftOffice 2007, MicrosoftWindows 8
- 2) Касперский антивирус
- 3) Программа распознавания текста ABBYYFineReader 9
- 4) Программа для создания презентаций Power Point

8.4. Перечень информационных справочных систем

- 1) СПС Консультант Плюс;
- 2) Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн - <http://elib.rshu.ru/>
- 3) Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://znanium.com/>
- 4) Электронное издательство ЮРАЙТ - <https://biblio-online.ru/>
- 5) Национальная электронная библиотека - <https://нэб.рф/>
- 6) Электронно-библиотечная система ЛАНЬ - <https://e.lanbook.com/>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary - [http://elibrary.ru](http://elibrary.ru;);

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов лекционных, практических занятий и самостоятельной работы бакалавров.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, доступом к электронно-библиотечным системам.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья), доской меловой, компьютером с доступом в сеть Интернет, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья, компьютерные столы), компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), доской меловой, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями, программным обеспечением.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций– укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья), доской меловой, компьютером с доступом в сеть Интернет, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации– укомплектована специализированной мебелью (ученические столы, стулья), доской меловой, компьютером с доступом в сеть Интернет, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями.

Помещение для самостоятельной работы укомплектовано специализированной мебелью (ученические столы, стулья, компьютерные столы), компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), доской меловой, мультимедиа проектором, аудиоколонками, учебно-наглядными пособиями, программным обеспечением.

10. 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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий