

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»**

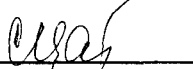
Направленность (профиль):  
**Природопользование**

Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

**Год поступления 2019**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Экология и природопользование»

 Цай С.Н.

Утверждаю  
Директор филиала ФГБОУ  
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе  Аракелов М.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
15 июня 2021 г., протокол № 11

Зав. кафедрой  Цай С.Н.

Авторы-разработчики:  
 Соловьева А.А.

Туапсе 2021

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2021/2022  
учебный год без изменений\*

Протокол заседания кафедры МЭиП от 15.06.2021 г. № 11

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

Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.20 № \_\_\_\_

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

| Семестр | Всего по<br>ФГОС<br>Час/ ЗЕТ | Аудито<br>рных<br>Час | Лек-<br>ций,<br>Час | Практич.<br>Занятий,<br>Час | Лаборат.<br>Работ,<br>Час | СРС,<br>Час | Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(экз./зачет) |
|---------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------------------------|
| 8       | 108/3                        | 42                    | 28                  | 14                          | -                         | 66          | Зачёт                                                |
| Итого   | 108/3                        | 42                    | 28                  | 14                          | -                         | 66          | Зачёт                                                |

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

| Курс  | Всего по<br>ФГОС<br>Час/ ЗЕТ | Аудито<br>рных<br>Час | Лек-<br>ций,<br>Час | Практич.<br>Занятий,<br>Час | Лаборат.<br>Работ,<br>Час | СРС,<br>Час | Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(экз./зачет) |
|-------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------|------------------------------------------------------|
| 5     | 108/3                        | 12                    | 4                   | 8                           | -                         | 96          | Зачёт                                                |
| Итого | 108/3                        | 12                    | 4                   | 8                           | -                         | 96          | Зачёт                                                |

Аннотация рабочей программы представлена в приложении 1.

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе

### 1.1. Цели и задачи изучения дисциплины

*Цель* изучения дисциплины – познакомить студентов с химическими процессами, протекающими в атмосфере, экологическими проблемами техногенного влияния на атмосферу.

Поставленная цель реализуется посредством решения следующих *задач*:

- дать базовые понятия, характеризующие состояние, взаимодействие и эволюцию основных биогеохимических циклов в условиях функционирования системы земля – атмосфера - солнечное излучение;
- охарактеризовать основные каналы процессов ввода и вывода веществ из атмосферы;
- дать знания в области физико-химических методов анализа атмосферного воздуха.

### 1.2. Краткая характеристика дисциплины

«Естественная и антропогенная химия атмосферы» является одной из дисциплин вариативной части блока 1 рабочего учебного плана бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование».

Научное содержание дисциплины включает общие вопросы, касающиеся химического состава атмосферы, физико-химических процессов трансформации веществ в атмосфере, механизмов выведения атмосферных аэрозолей.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

### 2. 1.Требования к уровню освоения дисциплины

Требованиями к уровню освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):

*знать:*

- знать особенности химического состава атмосферы и механизмы абиогенной трансформации химических соединений в атмосфере;
- знать механизмы поступления загрязняющих веществ в атмосферу.

**уметь:**

- уметь применять методы физико-химического анализа для понимания и описания химических процессов абиогенного, биогенного и техногенного характера в атмосфере;

**владеть:**

- иметь представление об основных функциях живых организмов в круговороте веществ в атмосфере;
- иметь представление о проблемах образования загрязняющих атмосферу веществ из естественных и антропогенных источников;
- уяснить роль живых организмов и солнечного излучения в механизмах вывода загрязнений из атмосферы.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции при освоении ОПОП ВО, реализующей ФГОС ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование»:

**Общепрофессиональные**

**ОПК-2** – владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации;

**ОПК-5** – владением знаниями основ учения об атмосфере, гидросфере, биосфере и ландшафтоведении.

**Профессиональные**

**ПК-2** – владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия.

## 2.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Естественная и антропогенная химия атмосферы» является одной из дисциплин вариативной части блока 1 рабочего учебного плана бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование».

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.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание дисциплин циклов экологического и природопользования, умения использовать полученные знания в

области естественных и экологических наук, владение знаниями в области аналитической химии и физико-химических методов анализа.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин экологического и естественно научного цикла и необходимой для изучения дисциплин «Оценка воздействия на окружающую среду» и др.

**3.Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Очное отделение**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы; 108 академических часов. Контактная работа составляет 42 часа: 28 – лекции, 14 – практические занятия. На самостоятельную работу приходится 66 часов.

| № модуля образовательной программы | № раздела, темы | Наименование раздела дисциплины                                                | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы |                      |                     |     |             |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----|-------------|
|                                    |                 |                                                                                | Лекции                                        | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1                                  | 1               | Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы                               | 4                                             | 2                    | -                   | 10  | 16          |
|                                    |                 | Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.               | 1                                             | 0,5                  |                     | 3   |             |
|                                    |                 | Тема 1.2. Состав атмосферы                                                     | 1                                             | 0,5                  |                     | 3   |             |
|                                    |                 | Тема 1.3. Динамика атмосферы                                                   | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
| 2                                  | 2               | Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере                                | 4                                             | 2                    | -                   | 8   | 14          |
|                                    |                 | Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.                                 | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
|                                    |                 | Тема 2.2. Жидкофазные реакции.                                                 | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
| 3                                  | 3               | Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль                       | 8                                             | 3                    | -                   | 14  | 25          |
|                                    |                 | Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.                        | 2                                             | 0,5                  |                     | 3   |             |
|                                    |                 | Тема 3.2. Химия стратосферного озона.                                          | 2                                             | 0,5                  |                     | 3   |             |
|                                    |                 | Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.                                              | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
|                                    |                 | Тема 3.4. Озоновые дыры.                                                       | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
| 4                                  | 4               | Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди | 4                                             | 3                    | -                   | 12  | 19          |
|                                    |                 | Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.                   | 1                                             | 1                    |                     | 4   |             |
|                                    |                 | Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере                                    | 2                                             | 1                    |                     | 4   |             |
|                                    |                 | Тема 4.3. Кислотные дожди                                                      | 1                                             | 1                    |                     | 4   |             |
| 5                                  | 5               | Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере       | 4                                             | 2                    | -                   | 12  | 18          |
|                                    |                 | Тема 5.1. Источники метана и механизм                                          | 1                                             | 0,5                  |                     | 3   |             |

|               |   |                                                                                                                                                                                                                 |             |                   |   |              |            |
|---------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---|--------------|------------|
|               |   | его формирования.<br>Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.<br>Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере<br>Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере                                                        | 1<br>1<br>1 | 0,5<br>0,5<br>0,5 |   | 3<br>3<br>3  |            |
| 6             | 6 | Раздел 6. Аэрозоли<br>Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.<br>Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата. | 4<br>2<br>2 | 2<br>1<br>1       | - | 10<br>5<br>5 | 16         |
| <b>ИТОГО:</b> |   |                                                                                                                                                                                                                 | <b>28</b>   | <b>14</b>         |   | <b>66</b>    | <b>108</b> |

### Заочное отделение

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы; 108 академических часов. Контактная работа составляет 10 часов: 4 – лекции, 8 – практические. На самостоятельную работу приходится 96 часов.

| № модуля образовательной программы | № раздела, темы | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                                              | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы |                      |                     |     |             |
|------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----|-------------|
|                                    |                 |                                                                                                                                                                                                                              | Лекции                                        | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | Всего часов |
| 1                                  | 1               | Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы<br>Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.<br>Тема 1.2. Состав атмосферы<br>Тема 1.3. Динамика атмосферы                                           | 1                                             | 1                    | -                   | 14  | 16          |
| 2                                  | 2               | Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере<br>Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.<br>Тема 2.2. Жидкофазные реакции.                                                                                          | -                                             | 1                    | -                   | 14  | 15          |
| 3                                  | 3               | Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль<br>Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.<br>Тема 3.2. Химия стратосферного озона.<br>Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.<br>Тема 3.4. Озоновые дыры | 1                                             | 1                    | -                   | 14  | 16          |
| 4                                  | 4               | Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди<br>Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.<br>Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере                                | 1                                             | 1                    | -                   | 14  | 16          |

|                  |   |                                                                                                                                                                                                                 |          |          |   |           |            |
|------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|---|-----------|------------|
|                  |   | Тема 4.3. Кислотные дожди                                                                                                                                                                                       |          |          |   |           |            |
| 5                | 5 | Тема 5.1. Источники метана и механизм его формирования.<br>Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.<br>Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере<br>Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере                  | 1        | 2        | - | 14        | 16         |
| 6                | 6 | Раздел 6. Аэрозоли<br>Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.<br>Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата. | -        | 2        | - | 26        | 25         |
| Контроль (зачёт) |   |                                                                                                                                                                                                                 |          |          |   |           | 4          |
| <b>ИТОГО:</b>    |   |                                                                                                                                                                                                                 | <b>4</b> | <b>8</b> |   | <b>96</b> | <b>108</b> |

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Теоретический курс (ОПК-2, ОПК-5, ПК-2)**

**Очная форма обучения**

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем часов |     | Раздел, тема учебной дисциплины, содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|--------------------------|-------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                          | Лекции      | СРС |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1     | Раздел 1                 | 4           | 6   | Раздел1. Структура, состав и динамика атмосферы.<br>Тема 1.1.Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.<br>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.<br>Тема 1.2.Состав атмосферы<br>Химический состав атмосферы Земли. Основные компоненты и малые газовые составляющие. Влияние химического состава на вертикальное строение атмосферы. Эволюция атмосферы.<br>Тема 1.3. Динамика атмосферы<br>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. |

|   |          |                                           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|----------|-------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Раздел 2 | 4<br><br>2<br><br><br>2                   | 4 | <p>Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере</p> <p>Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.<br/>Фотодиссоциация. Фотоионизация. Фотохимические реакции с участием оксидов, формальдегида. Влияние фотохимических процессов на возникновение радикалов в облачной среде.</p> <p>Тема 2.2. Жидкофазные реакции.<br/>Вымывание веществ из атмосферы. Растворение газов в каплях. Гидролиз. Кислотность осадков.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3 | Раздел 3 | 8<br><br>2<br><br><br>2<br><br>2<br><br>2 | 8 | <p>Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.</p> <p>Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.<br/>Основные реакционноспособные частицы ионосферы и стратосферы. Образование озона в тропосфере и стратосфере.</p> <p>Тема 3.2. Химия стратосферного озона. Кислородный, водородный, хлорный и азотный циклы озона.</p> <p>Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.<br/>Защитная функция озона. Примеси, разрушающие озон. Регуляция потока примесей в атмосферу.</p> <p>Тема 3.4. Озоновые дыры.<br/>Озоновые дыры, причины их возникновения и трансформация.</p>                                                                                                                |
| 4 | Раздел 4 | 4<br><br>1<br><br><br>2<br><br><br>1      | 6 | <p>Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди.</p> <p>Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.<br/>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.</p> <p>Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере. Окисление двуокиси серы, адсорбированной на твердых частицах дыма. Классический смог. Окисление низших оксидов азота и серы, абсорбированных капельками воды.</p> <p>Тема 4.3. Кислотные дожди.<br/>Кислотные дожди. Меры борьбы с кислотными дождями.</p> |
| 5 | Раздел 5 | 4<br><br>1                                | 8 | <p>Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере.</p> <p>Тема 5.1. Источники метана и механизм его формирования.<br/>Источники метана в атмосфере: естественные и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|              |          |                 |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|----------|-----------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |          | 1               |           | <p>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.</p> <p>Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.</p> <p>Химические реакции метана в атмосфере, его концентрация и процессы вывода. Регулирование мощности источников метана.</p> <p>Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере.</p> <p>Этан, бензол, изопрен в атмосфере, источники их образования.</p> <p>Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере.</p> <p>Газофазное окисление органических соединений в атмосфере. Образование пероксиацетонитрилов. Фотохимический смог.</p> |
| 6.           | Раздел 6 | 4<br>2<br><br>2 | 4         | <p>Раздел 6. Аэрозоли.</p> <p>Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.</p> <p>Первичные, вторичные аэрозоли, их источники. Распределение аэрозолей по размерам. Химический состав аэрозолей. Физическая трансформация аэрозолей (коагуляция, гигроскопический рост). Химическая трансформация аэрозолей.</p> <p>Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата. Стоки аэрозолей (сухое осаждение, влажное выведение, влажное осаждение). Влияние аэрозолей на климат.</p>                                                                                                                                                                                |
| <b>Итого</b> |          | <b>28</b>       | <b>36</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

#### Заочная форма обучения

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем часов             |     | Раздел, тема учебной дисциплины, содержание темы                                                                                                                                                       |
|-------|--------------------------|-------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                          | Лекции                  | СРС |                                                                                                                                                                                                        |
| 1     | Раздел 1                 | 1<br><br>0,5<br><br>0,5 | 10  | <p>Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы.</p> <p>Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.</p> <p>Тема 1.2. Состав атмосферы</p> <p>Тема 1.3. Динамика атмосферы</p> |
| 2     | Раздел 2                 | -                       | 10  | <p>Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере</p> <p>Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.</p> <p>Тема 2.2. Жидкофазные реакции.</p>                                                     |
| 3     | Раздел 3                 | 1                       | 10  | <p>Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.</p>                                                                                                                                       |

|              |          |                 |           |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------|----------|-----------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |          | 0,5<br>0,5      |           | Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.<br>Тема 3.2. Химия стратосферного озона. Кислородный, водородный, хлорный и азотный циклы озона.<br>Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.<br>Тема 3.4. Озоновые дыры.                                                     |
| 4            | Раздел 4 | 1<br>0,5<br>0,5 | 10        | Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди.<br>Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.<br>Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере.<br>Тема 4.3. Кислотные дожди.                                                 |
| 5            | Раздел 5 | 1<br>0,5<br>0,5 | 10        | Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере.<br>Тема 5.1. Источники метана и механизм его формирования.<br>Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.<br>Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере.<br>Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере. |
| 6.           | Раздел 6 | -               | 20        | Раздел 6. Аэрозоли.<br>Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.<br>Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата.                                                              |
| <b>Итого</b> |          | <b>4</b>        | <b>70</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### 4.2. Практические занятия (ОПК-2, ОПК-5, ПК-2)

##### Очная форма обучения

| № п/п | Номер раздела дисциплины             | Объем часов |     | Формы контроля выполнения работы | Тема практического занятия                                           |
|-------|--------------------------------------|-------------|-----|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|       |                                      | Аудиторных  | СРС |                                  |                                                                      |
| 1     | Раздел 1.<br>Тема 1.1, 1.2, 1.3      | 2           | 4   | коллоквиум<br>тест               | Структура, состав и динамика атмосферы                               |
| 2     | Раздел 2.<br>Тема 2.1, 2.2           | 2           | 4   | коллоквиум<br>тест               | Виды химических процессов в атмосфере                                |
| 3     | Раздел 3.<br>Тема 3.3, 3.4           | 1           | 2   | коллоквиум                       | Роль озона в атмосфере. Озоновые дыры                                |
| 4     | Раздел 3.<br>Тема 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 | 2           | 4   | коллоквиум<br>тест               | Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль.                      |
| 5     | Раздел 4.<br>Тема 4.2, 4.3           | 1           | 2   | коллоквиум                       | Гетерогенные реакции в тропосфере. Кислотные дожди                   |
| 6     | Раздел 4.<br>Тема 4.1, 4.2, 4.3      | 2           | 4   | коллоквиум<br>тест               | Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди |
| 7     | Раздел 5                             | 1           | 2   | коллоквиум                       | Газофазные реакции в                                                 |

|              |                                        |           |           |                    |                                                                   |
|--------------|----------------------------------------|-----------|-----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------|
|              | Тема 5.3, 5.4                          |           |           |                    | тропосфере. Углеводороды в атмосфере                              |
| 8            | Раздел 5<br>Тема 5.1, 5.2,<br>5.3, 5.4 | 1         | 2         | коллоквиум<br>тест | Химия нижних слоев атмосферы.<br>Метан и углеводороды в атмосфере |
| 9            | Раздел 6<br>Тема 6.1, 6.2              | 2         | 6         | коллоквиум<br>тест | Аэрозоли                                                          |
| <b>Итого</b> |                                        | <b>14</b> | <b>30</b> |                    |                                                                   |

#### Заочная форма обучения

| № п/п        | Номер раздела дисциплины                | Объем часов |           | Формы контроля выполнения работы | Тема практического занятия                                                             |
|--------------|-----------------------------------------|-------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                         | Аудиторных  | СРС       |                                  |                                                                                        |
| 1            | Раздел 1.<br>Тема 1.1, 1.2,<br>1.3      | 1           | 4         | коллоквиум                       | Структура, состав и динамика атмосферы                                                 |
| 2            | Раздел 2.<br>Тема 2.1, 2.2              | 1           | 4         | тест                             | Виды химических процессов в атмосфере                                                  |
| 3            | Раздел 3.<br>Тема 3.1, 3.2,<br>3.3, 3.4 | 1           | 4         | тест                             | Роль озона в атмосфере. Озоновые дыры. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль. |
| 4            | Раздел 4.<br>Тема 4.1, 4.2,<br>4.3      | 1           | 4         | коллоквиум                       | Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди                   |
| 5            | Раздел 5<br>Тема 5.1, 5.2,<br>5.3, 5.4  | 2           | 4         | коллоквиум                       | Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере                         |
| 6            | Раздел 6<br>Тема 6.1, 6.2               | 2           | 6         | тест                             | Аэрозоли                                                                               |
| <b>Итого</b> |                                         | <b>8</b>    | <b>26</b> |                                  |                                                                                        |

#### 4.3. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

#### 4.4. Курсовые работы по дисциплине

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Программа самостоятельной работы студентов (ОПК-2, ОПК-5, ПК-2)

##### Очная форма обучения

| Номера разделов и тем дисциплины              | Виды СРС                                                                                                                  | Сроки выполнения | Формы контроля СРС | Объём, часов |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|--------------|
| 1                                             | 2                                                                                                                         | 3                | 4                  | 5            |
| Раздел 1.<br>Тема 1.1<br>Тема 1.2<br>Тема 1.3 | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту, подготовка к коллоквиуму |                  | тест, коллоквиум   | 10           |
| Раздел 2.                                     | Проработка учебного материала                                                                                             |                  | тест,              | 8            |

|                                                           |                                                                                                                           |  |                  |           |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------|-----------|
| Тема 2.1<br>Тема 2.2                                      | (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту                                                         |  | коллоквиум       |           |
| Раздел 3.<br>Тема 3.1<br>Тема 3.2<br>Тема 3.3<br>Тема 3.4 | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту, подготовка к коллоквиуму |  | тест, коллоквиум | 14        |
| Раздел 4.<br>Тема 4.1<br>Тема 4.2<br>Тема 4.3             | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту, подготовка к коллоквиуму |  | тест, коллоквиум | 12        |
| Раздел 5<br>Тема 5.1<br>Тема 5.2<br>Тема 5.3<br>Тема 5.4  | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту, подготовка к коллоквиуму |  | тест, коллоквиум | 12        |
| Раздел 6<br>Тема 6.1<br>Тема 6.2                          | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту, подготовка к коллоквиуму |  | тест, коллоквиум | 10        |
| <b>Итого</b>                                              |                                                                                                                           |  |                  | <b>66</b> |

#### Заочная форма обучения

| Номера разделов и тем дисциплины                          | Виды СРС                                                                                              | Сроки выполнения | Формы контроля СРС | Объём, часов |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|--------------|
| 1                                                         | 2                                                                                                     | 3                | 4                  | 5            |
| Раздел 1.<br>Тема 1.1<br>Тема 1.2<br>Тема 1.3             | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к коллоквиуму |                  | коллоквиум         | 14           |
| Раздел 2.<br>Тема 2.1<br>Тема 2.2                         | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту       |                  | тест               | 14           |
| Раздел 3.<br>Тема 3.1<br>Тема 3.2<br>Тема 3.3<br>Тема 3.4 | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту       |                  | тест               | 14           |
| Раздел 4.<br>Тема 4.1<br>Тема 4.2<br>Тема 4.3             | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к коллоквиуму |                  | коллоквиум         | 14           |
| Раздел 5<br>Тема 5.1<br>Тема 5.2<br>Тема 5.3<br>Тема 5.4  | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к коллоквиуму |                  | коллоквиум         | 14           |

|                                  |                                                                                                 |  |      |           |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|-----------|
| Раздел 6<br>Тема 6.1<br>Тема 6.2 | Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе), подготовка к тесту |  | тест | 26        |
| <b>Итого</b>                     |                                                                                                 |  |      | <b>96</b> |

### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов включают:

- методические рекомендации по получению, обработке и хранению приобретенной информации
- методические рекомендации по написанию и проработке конспекта
- методические рекомендации по подготовке к тестам
- методические рекомендации по подготовке к зачету.

#### **4.6.Рефераты**

Рефераты учебным планом не предусмотрены.

### **5.Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих **видов организации учебного процесса**:

- 1. Лекции** - передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний (пункт 4.1. настоящей РПД).
- 2. Практические занятия** - решение конкретных задач на основании теоретических и фактических знаний (пункт 4.2 настоящей РПД)
- 3. Самостоятельная работа** – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, подготовка докладов, работа в электронной образовательной среде и др. (пункт 4.5 настоящей РПД)
- 4. Консультация** - индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления теоретических и фактических знаний, приобретенных студентом на лекциях, практических занятиях и в результате самостоятельной работы.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих **видов образовательных технологий**:

- 1. Информационные технологии:** обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.
- 2. Работа в команде:** совместная работа студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.
- 3. Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.
- 4. Игра** – ролевая имитация студентами реальной профессиональной деятельности с выполнением функций специалистов на различных рабочих местах.
- 5. Индивидуальное обучение** – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с

учетом интересов студента.

6. **Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.
7. **Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.
8. **Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

#### 6. Фонды оценочных средств: оценочные и методические материалы

##### 6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

**Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы (представлен в матрице компетенций ниже)**

**Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них профессиональных, общепрофессиональных компетенций как механизм выбора образовательных технологий и оценочных средств**

#### Очная форма обучения

| Темы, разделы дисциплины                                                                                                                                                                                                      | Кол-во часов<br>Л/ПР/ЛАБ/<br>СРС                         | Компетенции |       |      |              | $t_{\text{ср}}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|-------|------|--------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                                                                               |                                                          | ОПК-2       | ОПК-5 | ПК-2 | Общее кол-во |                 |
| Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы<br>Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.<br>Тема 1.2. Состав атмосферы<br>Тема 1.3. Динамика атмосферы                                            | 4/2/-/10<br>1/0,5/-/3<br>1/0,5/-/3<br>2/1/-/4            | +           | +     |      | 2            | 8               |
| Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере<br>Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.<br>Тема 2.2. Жидкофазные реакции.                                                                                           | 4/2/-/8<br>2/1/-/4<br>2/1/-/4                            | +           |       |      | 1            | 14              |
| Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль<br>Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.<br>Тема 3.2. Химия стратосферного озона.<br>Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.<br>Тема 3.4. Озоновые дыры. | 8/3/-/14<br>2/0,5/-/3<br>2/0,5/-/3<br>2/1/-/4<br>2/1/-/4 | +           | +     |      | 2            | 12,5            |
| Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди<br>Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.<br>Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере<br>Тема 4.3. Кислотные дожди    | 4/3/-/12<br>1/1/-/4<br>2/1/-/4<br>1/1/-/4                | +           |       | +    | 2            | 9,5             |
| Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере<br>Тема 5.1. Источники метана и механизм его                                                                                                         | 4/2/-/12<br>1/0,5/-/3                                    | +           |       | +    | 2            | 9               |

|                                                                                          |                 |    |      |      |   |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|------|------|---|-----|
| формирования.                                                                            |                 |    |      |      |   |     |
| Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.                                         | 1/0,5/-/3       |    |      |      |   |     |
| Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере                                                       | 1/0,5/-/3       |    |      |      |   |     |
| Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере                                                | 1/0,5/-/3       |    |      |      |   |     |
| Раздел 6. Аэрозоли                                                                       | <b>4/2/-/10</b> | +  | +    |      | 2 | 8   |
| Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере.                                             | 2/1/-/5         |    |      |      |   |     |
| Физическая и химическая трансформация аэрозолей.                                         |                 |    |      |      |   |     |
| Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата. | 2/1/-/5         |    |      |      |   |     |
| <b>Итого</b>                                                                             | <b>28/14/66</b> | 6  | 3    | 2    |   |     |
| Трудоемкость формирования компетенций                                                    |                 | 61 | 28,5 | 18,5 |   | 108 |

### Заочная форма обучения

| Темы, разделы дисциплины                                                       | Кол-во часов<br>Л/ПР/ЛАБ/<br>СРС | Компетенции |       |      |              | $t_{\text{ср}}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------|-------|------|--------------|-----------------|
|                                                                                |                                  | ОПК-2       | ОПК-5 | ПК-2 | Общее кол-во |                 |
| Раздел 1. Структура, состав и динамика атмосферы                               | <b>1/1/-/14</b>                  | +           | +     |      | 2            | 8               |
| Тема 1.1. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.               |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 1.2. Состав атмосферы                                                     |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 1.3. Динамика атмосферы                                                   |                                  |             |       |      |              |                 |
| Раздел 2. Виды химических процессов в атмосфере                                | <b>-/1/-/14</b>                  | +           |       |      | 1            | 15              |
| Тема 2.1. Фотохимические процессы в атмосфере.                                 |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 2.2. Жидкофазные реакции.                                                 |                                  |             |       |      |              |                 |
| Раздел 3. Химия верхних слоев атмосферы. Озон и его роль                       | <b>1/1/-/14</b>                  | +           | +     |      | 2            | 8               |
| Тема 3.1. Образование озона в тропосфере и стратосфере.                        |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 3.2. Химия стратосферного озона.                                          |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 3.3. Роль озона в атмосфере.                                              |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 3.4. Озоновые дыры.                                                       |                                  |             |       |      |              |                 |
| Раздел 4. Химия нижних слоев атмосферы. Неорганические оксиды, кислотные дожди | <b>1/1/-/14</b>                  | +           |       | +    | 2            | 8               |
| Тема 4.1. Тропосфера как глобальный окислительный резервуар.                   |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 4.2. Гетерогенные реакции в тропосфере                                    |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 4.3. Кислотные дожди                                                      |                                  |             |       |      |              |                 |
| Раздел 5. Химия нижних слоев атмосферы. Метан и углеводороды в атмосфере       | <b>1/2/-/14</b>                  | +           |       | +    | 2            | 8,5             |
| Тема 5.1. Источники метана и механизм его формирования.                        |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 5.2. Химические реакции метана в атмосфере.                               |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 5.3. Углеводороды в атмосфере                                             |                                  |             |       |      |              |                 |
| Тема 5.4. Газофазные реакции в тропосфере                                      |                                  |             |       |      |              |                 |
| Раздел 6. Аэрозоли                                                             | <b>-/2/-/26</b>                  | +           | +     |      | 2            | 14              |

|                                                                                                                                                                                           |               |      |    |      |  |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|----|------|--|-----|
| Тема 6.1. Образование аэрозолей в атмосфере. Физическая и химическая трансформация аэрозолей.<br>Тема 6.2. Механизмы выведения атмосферных аэрозолей. Роль аэрозолей в регуляции климата. |               |      |    |      |  |     |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                              | <b>4/8/96</b> | 6    | 3  | 2    |  |     |
| Трудоемкость формирования компетенций                                                                                                                                                     |               | 61,5 | 30 | 16,5 |  | 108 |

$$t_{\text{ср}} = \frac{\text{Количество часов (Л/ПР/СРС)}}{\text{Общее количество компетенций}}$$

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

**Текущий контроль** студентов по дисциплине производится в следующих формах:

- тестирование;
- коллоквиумы.

Для всех контрольных мероприятий происходит пересчет рейтинга, в баллы по следующим критериям:

- рейтинг меньше 61% – 0 баллов,
- рейтинг 61-72 % – минимальный балл,
- рейтинг 73-85 % – средний балл
- рейтинг – 86-100% - максимальный балл

**Промежуточная аттестация** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачёта.

### Контроль и оценка результатов обучения при балльно-рейтинговой системы (БРС)

| ПОКАЗАТЕЛИ           | КОЛ-ВО ЧАСОВ | КОЛ-ВО ТЕСТОВ, К/Р | БАЛЛЫ | ИТОГО      |
|----------------------|--------------|--------------------|-------|------------|
| Входной рейтинг      |              | 1                  | 4     | 4          |
| Посещение            | 42           |                    | 0.35  | 15         |
| в т.ч. лекции        | 28           |                    |       |            |
| практические занятия | 14           |                    |       |            |
| Тесты по модулям     |              | 6                  | 8     | 48         |
| Коллоквиумы          |              | 9                  | 2     | 18         |
| Итоговый тест        |              | 1                  | 15    | 15         |
| <b>ИТОГО</b>         |              |                    |       | <b>100</b> |

### Рейтинговая система оценки результатов обучения

| ПОКАЗАТЕЛИ | 60-72%<br>«УДОВЛЕТВ.» | 73-85%<br>«ХОРОШО» | 86-100%<br>«ОТЛИЧНО» |
|------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
|------------|-----------------------|--------------------|----------------------|

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

## **Примерные контрольные вопросы и задания для текущего контроля**

### **Примерные вопросы (ОПК-2, ОПК-5, ПК-2)**

1. Состав атмосферы Земли.
2. Формирование атмосферы Земли.
3. Понятие об источниках, резервуарах, времени пребывания и стоках примесей в атмосфере.
4. Основные понятия, характеризующие структуру атмосферы.
5. Распределение вещества в атмосфере.
6. Скорости химических реакций в атмосфере.
7. Фотохимические процессы в атмосфере.
8. Жидкофазные реакции. Вымывание веществ из атмосферы.
9. Растворение газов в каплях. Гидролиз. Кислотность осадков.
10. Источники метана в атмосфере, естественные и антропогенные.
11. Химические реакции метана в атмосфере, его концентрация и процессы вывода.
12. Образование озона в тропосфере и стратосфере.
13. Озоновые дыры, причины их возникновения и трансформация.
14. Образование оксидов серы и азота в атмосфере.
15. Факторы и процессы, влияющие на поступление оксидов в атмосферу. Кислотные выпадения.
16. Аэрозоли, их источники. Первичные и вторичные частицы.
17. Распределение аэрозолей по размерам.
18. Химический состав аэрозолей.

### **Примерные тесты (ОПК-2, ОПК-5, ПК-2)**

1. Главным компонентом атмосферного воздуха является:
  - а) кислород;
  - б) озон;
  - в) свободные радикалы;
  - г) азот;
  - д) водяной пар.
2. Основную роль в инициировании процессов окисления примесей в тропосфере играют:
  - а) кислород воздуха;
  - б) озон;
  - в) свободные радикалы;
  - г) оксиды азота;
  - д) жесткое излучение.
3. Концентрация озона в атмосфере по мере удаления от Земли:
  - а) уменьшается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
  - б) увеличивается с увеличением расстояния от поверхности Земли;
  - в) достигает максимального значения в термосфере;
  - г) достигает максимального значения в стратосфере;
  - д) достигает максимального значения в мезосфере.
4. Основной вклад 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.
5. Основной причиной наличия оксидов азота в отходящих газах, образующихся при сжигании топлива на ТЭС, является:
  - а) окисление соединений азота, присутствующих в исходном топливе;

б) присутствие оксидов азота в воздухе, используемом для организации процессов горения;

в) окисление соединений азота в присадках, используемых для повышения эффективности процессов горения;

г) окисление азота воздуха в процессе горения;

д) образование оксидов азота в процессе очистки отходящих газов ТЭС.

6. 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.

7. Какое из утверждений, характеризующих влияние загрязнения атмосферного воздуха на климат, неверно?

а) увеличение концентрации диоксида углерода может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

б) увеличение концентрации соединений серы в стратосфере может привести к уменьшению средней глобальной температуры на Земле;

в) увеличение концентрации фреонов в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

г) увеличение концентрации пыли в атмосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле;

д) увеличение концентрации метана в тропосфере может привести к повышению средней глобальной температуры на Земле.

8. Сколько молекул формальдегида присутствует в каждом кубическом сантиметре воздуха при нормальных условиях, если его концентрация достигает значения предельно допустимой разовой концентрации ПДК м.р =  $0,035 \text{ мг/м}^3$ ?

а)  $7 \cdot 10^{11}$

б)  $6 \cdot 10^{11}$

в)  $3,5 \cdot 10^{13}$

г)  $3,5 \cdot 10^{19}$

д)  $3 \cdot 10^{13}$

9. Какое соединение, присутствующее в атмосфере Земли, улавливает наибольшую долю ее теплового излучения?

а)  $\text{NO}_2$ ;      б)  $\text{CO}_2$ ;      в)  $\text{H}_2\text{O}$ ;      г)  $\text{CCl}_x\text{F}_{4-x}$ ;      д)  $\text{CH}_4$ .

10. В результате антропогенной деятельности состав атмосферы за последние 20 лет:

а) претерпел значительные изменения на уровне макрокомпонентов;

б) не изменился;

в) изменился на уровне микрокомпонентов;

г) изменился в отдельных регионах;

д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

11. Основной причиной возникновения парникового эффекта является:

а) изменение направления движения и интенсивности океанических течений;

б) изменение орбиты вращения Земли вокруг Солнца;

в) увеличение в атмосфере концентрации соединений, поглощающих в инфракрасной области;

г) тепловое загрязнение;

д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

12. Какой газ в стратосфере поглощает 99% излучения Солнца в опасной для биосферы

УФ-области?

- а) кислород;
- б) озон;
- в) фреоны;
- г) углекислый газ;
- д) водяные пары.

13. Сегодня ученые 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<sub>2</sub> в тропосфере;
- г) «зимней воронкой» над Южным полюсом;
- д) активизацией вулканической деятельности.

14. Массовая вырубка лесов приводит:

- а) к опустыниванию;
- б) к изменению альбедо Земли;
- в) к нарушению кислородного цикла;
- г) к увеличению концентрации диоксида углерода в тропосфере;
- д) правильными являются все перечисленные выше ответы.

15. Масштабы и скорость проявления глобального изменения климата:

- а) не поддаются регулированию мировым сообществом;
- б) могут быть ограничены при быстрых действиях всего мирового сообщества;
- в) могут быть достоверно предсказаны при помощи компьютерной модели;
- г) уже вышли из-под контроля;
- д) не изменились за последние 1000 лет.

16. Злокачественная меланома и другие раковые заболевания кожи могут быть обусловлены чрезмерным воздействием:

- а) фреонов, содержащихся в тропосфере;
- б) озона, содержащегося в стратосфере;
- в) озона, содержащегося в мезосфере;
- г) УФ-излучения Солнца;
- д) ИК-излучения Земли.

17. За два столетия, прошедших со времени промышленной революции, концентрация диоксида углерода:

- а) увеличилась примерно в два раза;
- б) уменьшилась примерно в два раза;
- в) осталась неизменной;
- г) увеличилась на 25%;
- д) уменьшилась на 25%.

18. Озон в тропосфере - это:

- а) парниковый газ;
- б) сильнейший окислитель;
- в) УФ-«экран» планеты;
- г) все перечисленные выше факторы являются правильными;
- д) два из перечисленных выше ответов являются правильными.

19. Исследователи обеспокоены деградацией озонового слоя в Арктике, поскольку:

а) в Арктике используют гораздо больше фреонов и других озоноразрушающих веществ, чем в Антарктиде;

б) население в средних и высоких широтах Северного полушария гораздо больше, чем в тех же широтах Южного полушария;

- в) существуют проекты промышленного развития и заселения Арктики;
- г) размеры «озоновой дыры» в Арктике больше, чем в Антарктиде;

д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

20. Какой вид антропогенной деятельности более всего ответствен за глобальное повышение концентрации диоксида углерода в атмосфере?

- а) автотранспорт;
- б) железнодорожный транспорт;
- в) морской транспорт;
- г) теплоэнергетика;
- д) сжигание бытовых отходов.

21. Заменители фреонов менее опасны для озонового слоя по сравнению с фреонами, потому что они:

- а) характеризуются меньшим временем жизни в атмосфере;
- б) не реагируют с озоном;
- в) эффективнее фреонов в качестве хладагентов;
- г) разрушаются в тропосфере;
- д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

22. Фотохимический смог образуется при взаимодействии:

а) химических соединений, выделяемых деревьями, и озоном; б) оксидов азота и углеводородов автомобильных и промышленных выбросов под действием солнечного излучения;

- в) диоксида углерода и метана под действием ИК-излучения Земли;
- г) постоянных компонентов атмосферы под действием жесткого УФ-излучения;
- д) правильными являются несколько из перечисленных выше ответов.

23. Газ, являющийся основной причиной образования кислотных осадков, это:

- а)  $\text{CO}_2$ ;
- б)  $\text{NO}_x$ ;
- в)  $\text{SO}_2$ ;
- г)  $\text{N}_2$ ;
- д)  $\text{O}_3$ .

### **Примерные вопросы и задания для промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов к зачёту (ОПК-2, ОПК-5, 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.
31. 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?
32. Во сколько раз количество молекул  $O_2$  в  $1\text{ см}^3$  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?
33. 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.
34. Радикалы ОН исчезают из атмосферы с константой скорости около  $1\text{ с}^{-1}$  с образованием радикалов  $HO_2$ . Какова стационарная концентрация радикалов  $HO_2$ ?
35. Концентрация  $SO_2$  составляет 20 ppbv. Температура воздуха составляет  $20^\circ\text{C}$  и давление 700 мбар. Чему равна концентрация  $SO_2$  в  $\text{мг/м}^3$ ?

### **6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

#### **Критерии оценки знаний студентов на зачёте**

Оценка «зачтено» выставляется студенту за реализацию всех необходимых компетенций при ответах на вопросы: студент прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов. Производственная ситуация обоснована. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских и практических занятиях. Соблюдаются нормы литературной и профессиональной речи. Студент подтвердил своими ответами сформированность компетенций, предусмотренных ФГОС.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с 61% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Производственная ситуация не обоснована. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах изучения дисциплины у студента нет, что демонстрирует несформированность у студента соответствующих компетенций, предусмотренных ФГОС.

#### **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По дисциплине «Естественная и антропогенная химия атмосферы» рабочим учебным планом предусмотрены следующие виды учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Практические занятия являются логическим продолжением изучения той или иной темы дисциплины. Поэтому при подготовке к ним важно повторить теоретический материал по теме занятия, используя материалы лекций, рекомендуемые учебники и учебные пособия, дополнительную литературу.

**Алгоритм подготовки к занятию:**

- 1) ознакомиться с планом занятия, вопросами, выносимыми для обсуждения;
- 2) просмотреть записи лекций. Определить вопросы, для ответов на которые необходимо обратиться к учебнику;
- 3) познакомиться с перечнем терминов (ключевых слов);
- 4) выявить и законспектировать те источники периодической литературы, которые отражают современные тенденции в рамках рассматриваемого вопроса (темы);
- 5) определить научные источники из списка рекомендованной литературы, которые необходимо законспектировать или реферировать;
- 6) сформулировать проблему (возможно, основываясь на анализируемом источнике литературы), решение которой может быть найдено при помощи нового знания.

Важным условием успешной учебной деятельности студентов является не только активная работа в аудитории, но и целенаправленная самостоятельная работа, предусмотренная учебным планом. Она призвана способствовать более глубокому усвоению изучаемой дисциплины, формировать навыки информационно-эвристической и аналитической работы, а также ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике. В ходе самостоятельной работы студентам важно выработать навыки самостоятельного поиска источников информации, умелого их использования при доработке конспектов лекций, подготовке к семинарским и практическим занятиям и постепенно перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Самостоятельная работа студентов должна носить систематический характер. Проработка учебного материала после проведенных лекционных занятий осуществляется по конспектам лекций с привлечением учебной и научной литературы в соответствии с рекомендованным списком к каждой изучаемой теме.

Правильно и своевременно выполненная самостоятельная работа способствует развитию рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения дисциплины «Естественная и антропогенная химия атмосферы». Самостоятельная работа не ограничивается только подготовкой к практическим занятиям. Она может продолжаться и после их проведения. Такая работа, как правило, нацелена на более глубокое освоение дисциплины сверх учебной программы.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**7.1. Перечень рекомендуемой 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., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 233 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00029-0. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/153A0E3B-335B-42FE-9F01-147B62A743DE](http://www.biblio-online.ru/book/153A0E3B-335B-42FE-9F01-147B62A743DE).

**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.

## **7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

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

### **Электронные библиотечные ресурсы:**

1. Электронно-библиотечная система РГГМУ ГидроМетеоОнлайн- <http://elib.rshu.ru/>
2. Информация электронной библиотечной системы <http://znanium.com/>
3. Издательство ЮРАЙТ <https://biblio-online.ru/>
4. Издательство НЭБ (Национальная электронная библиотека) <http://нэб.рф/>
5. «Полпред»-деловые справочники <http://polpred.com/>
6. Издательство «Проспект науки» <http://www.prospektnauki.ru/>

### **Профессиональные базы данных**

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

### **Программное обеспечение:**

1. Операционная система WindowsXP, MicrosoftOffice 2007
2. Программы электронных таблиц Excel
3. Текстовый редактор Word
4. Программа для создания презентаций PowerPoint
5. Программа распознавания текста FineReader

### **Информационные справочные системы:**

1. СПС Консультант Плюс

## **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекционные аудитории оборудованы видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональным компьютером с выходом в сеть Интернет; помещения для проведения семинарских и практических занятий оборудованы учебной мебелью; библиотека имеет рабочие места для студентов; компьютерные классы оснащены видеопроекционным оборудованием, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

## **9. 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.

**Аннотация рабочей программы**  
***«Естественная и антропогенная химия атмосферы»***

Дисциплина «Естественная и антропогенная химия атмосферы» «Естественная и антропогенная химия атмосферы» является одной из дисциплин вариативной части блока 1 рабочего учебного плана бакалавров по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Природопользование».

Дисциплина реализуется в Филиале ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» в г. Туапсе кафедрой «Метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности предприятий природопользования».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных ОПК-2, ОПК-5 и профессиональных компетенций ПК-2 выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, касающиеся химического состава атмосферы, физико-химических процессов трансформации веществ в атмосфере, механизмов выведения атмосферных аэрозолей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента в процессе изучения дисциплины, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: коллоквиумы, выполнение тестов (текущий контроль), зачёт (промежуточная аттестация).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа. Программой дисциплины предусмотрены для очной формы обучения лекционные занятия (28 часов), практические занятия (14 часов) и 66 часов самостоятельной работы студента. Для заочной формы обучения предусмотрены 4 часа лекционных занятий, 8 часов практических занятий, 96 часа самостоятельной работы студента.