

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра физики

Рабочая программа дисциплины

**ФОТОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль):

**Геофизика**

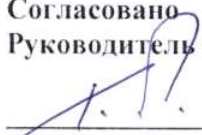
Уровень:

**Бакалавриат**

Форма обучения

**Очная**

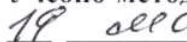
Согласовано  
Руководитель ОПОП

 Бобровский А.П.

Председатель УМС

 И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета

 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
13 апреля 2021 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Бобровский А.П.

Автор-разработчик:

 Биненко В.И.  
 Дьяченко Н.В.

Санкт-Петербург 2021

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

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

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. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины "Фотохимические процессы в атмосфере" является формирование у студентов знаний по фотохимическим процессам, регулирующим состав атмосферы.

**Основная задача** дисциплины «Фотохимические процессы в атмосфере»

- освоение студентами основ фотохимических реакций в атмосфере

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Фотохимические процессы в атмосфере» для направления «03.03.02 – Физика» относится к обязательным дисциплинам цикла Б1, части, формируемой участниками образовательных отношений», изучается в восьмом семестре после изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Механика сплошных сред» и «Электродинамика». Она дает теоретическую основу для освоения курсов «Методы современного геофизического эксперимента» и написания выпускной квалификационной работы.

Курс рассчитан на студентов-физиков, освоивших курсы «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм. Оптика», «Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Химия», «Химическая термодинамика», «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Векторный и тензорный анализ», «Теория функции комплексного переменного», «Теория вероятностей и математическая статистика».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции ПК-1.

Таблица 2.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики для решения профессиональных задач отдельных этапов работ	<b>ПК-1.1</b> Понимает физическую сущность процессов, происходящих в экосфере Земли, и применяет физические законы к решению задач в области гидрометеорологии, экологии <b>ПК-1.2</b> Использует специальные знания математики при решении физических задач гидрометеорологии и экологии, производит оценочные расчеты, строит математические модели процессов и понимает границы их применимости	<b>Знать:</b> - особенности протекания фотохимических реакций в атмосфере - роль фотохимических процессов в атмосфере, - методы анализа объектов окружающей среды - конструкции и принципы работы газоанализаторов <b>Уметь:</b> - подготовить пробы и провести измерения на приборах. - истолковывать смысл полученных результатов

		<b>Владеть:</b> - информацией о методиках и правилах проведения поверки лабораторного оборудования;
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов

Таблица 3.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>84</b>
в том числе:	
лекции	<b>28</b>
занятия семинарского типа:	
практические занятия	<b>42</b>
лабораторные занятия	
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>38</b>
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен (8 семестр)</b>

##### 4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Газовый состав атмосферы Земли. Краткие сведения из	4	6	4	домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
	физической химии.						
2	Влияние фотохимических процессов на состав атмосферы. Физико-химические циклы в атмосфере Фотохимия кислорода и озона в атмосфере	4	6	6	домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Гидроксил ОН, как значимый реагент во многих атмосферных фотохимических реакциях	4	6	6	домашнее задание,	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
4	Атмосферная химия соединений серы Соединения азота и озон	4	6	4	устный опрос №1, домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
5	Соединения углерода Парниковые газы Атмосферные аэрозоли	4	6	6	домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Химические загрязнения атмосферы. Фотохимический туман (смог).	4	6	8	домашнее задание	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
7	Методы мониторинга газового состава атмосферы Земли Инструментальные методы анализа газового состава атмосферы. Типы газоанализаторов	4	6	4	устный опрос №2, домашнее задание, тест	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	Итого:	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>38</b>			

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### 1. Газовый состав атмосферы Земли. Краткие сведения из физической химии

Большинство фотохимических процессов начинается с того, что вещество поглощает свет. Фотохимические процессы играют важнейшую роль в поддержании постоянства газового состава атмосферы Земли. Вместе с химическими процессами в верхних и нижних слоях атмосферы, на поверхности Земли, а также в литосфере и гидросфере они составляют сложную систему, которая, благодаря своему функционированию, является основой обеспечения жизнедеятельности и поддержания гомеостаза живых организмов. В результате фотохимических процессов изменяется состав атмосферы Земли, поскольку она представляет собой, наряду с азотом и другими инертными газами, неравновесную смесь кислорода и окисляемых соединений, таких, как водород  $H_2$ , метан  $CH_4$ , монооксид углерода  $CO$ , сероводород  $H_2S$ . Неравновесность отчасти поддерживается биологическими процессами, но основным фактором является солнечная радиация, инициирующая различные фотохимические реакции. На больших высотах более коротковолновое излучение вызывает фотоионизацию, в результате которой в атмосферу попадают ионы. Наличие в атмосфере слоя ионизированного газа позволяет осуществлять дальнюю радиосвязь. Некоторые вещества, попадающие в атмосферу в результате деятельности человека, особенно выхлопные газы автомобилей, претерпевают фотохимические превращения, в результате которых образуются ядовитые и токсичные вещества. Продукты неполного сгорания углеводородов и монооксид азота  $NO$  на свету реагируют с кислородом с образованием таких соединений, как озон (токсичный для животных и растений), диоксид азота  $NO_2$  (также токсичное вещество), пероксиацетилнитрат (вещество, вызывающее раздражение слизистой глаз и токсичное для растений) и частички сажи, ухудшающие видимость.

## ***2. Влияние фотохимических процессов на состав атмосферы .Физико-химические циклы в атмосфере. Фотохимия кислорода и озона в атмосфере***

Наиболее типичной фотохимической реакцией в верхних слоях атмосферы является диссоциация молекул кислорода с образованием атомов и радикалов. Так, при действии коротковолнового ультрафиолетового (УФ) излучения, образующиеся возбуждённые молекулы с последующим образованием озона-мощного окислителя. Озон в атмосфере, определяет характер поглощения солнечной радиации в земной атмосфере. Содержится в ничтожном количестве: толщина слоя озона, приведённого к нормальным условиям, в среднем для всей Земли составляет 2,5-3 мм. Основная масса озона в атмосфере расположена в виде слоя - озоносферы - на высоте от 10 до 50 км с максимумом концентрации на высоте 20-25 км..

## ***3. Гидроксил ОН, как значимый реагент во многих атмосферных фотохимических реакциях***

Сильным реагентом, участвующим во многих атмосферных реакциях является гидроксил  $OH$ . Он образуется в результате фотохимических реакций, как в стратосфере, так и в тропосфере. Он производится при разложении молекулы озона  $O_3$  под действием солнечного излучения ультрафиолетового диапазона с  $\lambda \leq 0.32 \mu m$  и последующим взаимодействием образовавшихся возбуждённых атомов кислорода  $O^*$  с парами воды

## ***4. Атмосферная химия соединений серы. Соединения азота и озон***

Сера входит в состав в не полностью окисленной форме (степень окисления ее равна 4). Если соединения серы находятся в воздухе в течение достаточно длительного времени, то под действием содержащихся в воздухе окислителей они превращаются в серную кислоту

или сульфаты. Наиболее значительное с точки зрения кислотных дождей вещество— двуокись серы. Реакции двуокиси серы могут протекать как в гомогенной среде, так и в гомогенной. SO<sub>2</sub>, составляющий более 95% промышленных выбросов газообразных соединений серы.

Одной из гомогенных реакций является взаимодействие молекулы двуокиси серы с фотоном в видимой области спектра, относительно близкой к ультрафиолетовой области с образованием триоксида серы и после взаимодействия с атмосферной водой превращается в серную кислоту. NO и NO<sub>2</sub> всегда присутствуют в атмосфере в количествах, достаточных для протекания реакций с их участием. 65% от общего количества связанного азота на Земле является результатом деятельности азотфиксирующих микроорганизмов почвы, 25% приходится на промышленный синтез аммиака. Оставшаяся часть (10%) – результат сгорания азота в его окись в атмосфере за счет высокотемпературных (пожары, грозовые разряды) и фотохимических процессов в верхних слоях атмосферы. Эти процессы составляют источник более или менее постоянных концентраций оксидов азота в атмосфере, и их уровень является оптимальным для поддержания на постоянном уровне химических явлений в атмосфере Земли, прежде всего постоянства концентрации озона.

### **5. Соединения углерода. Парниковые газы. Атмосферные аэрозоли**

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой.. Вещества – загрязнители бывают трёх видов: газы, пыль и аэрозоли. ... Угарный газ, входящий в состав смога, представляет собой соединение углерода с ... Парниковые газы — газы с высокой прозрачностью в видимом диапазоне и с высоким поглощением в дальнем инфракрасном диапазоне. Присутствие таких газов в атмосфере Земли приводит к появлению парникового эффекта.

### **6. Химические загрязнения атмосферы. Фотохимический туман (смог).**

Загрязнение воздуха имеет природное и антропогенное происхождение. Фотохимический туман представляет собой многокомпонентную смесь газов и аэрозольных частиц первичного и вторичного происхождения. В состав основных компонентов смога входят озон, оксиды азота и серы, многочисленные органические соединения перекисной природы, называемые в совокупности фотооксидантами. Фотохимический смог возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной и в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода необходима для создания высокой концентрации реагирующих веществ. Такие условия создаются чаще в июне-сентябре и реже зимой.

### **7. Методы мониторинга газового состава атмосферы Земли.**

Инструментальные методы анализа газового состава атмосферы, включая дистанционные. Типы газоанализаторов

#### **4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1-3	1	Газовый состав	Реше-	ПК-1,

		атмосферы Земли. Краткие сведения из физической химии.	ние задач	
<b>4-6</b>	<b>2</b>	Как фотохимические процессы изменяют состав атмосферы Физико-химические циклы в атмосфере Фотохимия кислорода и озона в атмосфере	Реше- ние задач	ПК-1,
<b>7-9</b>	<b>3</b>	Гидроксил ОН, как значимый реагент во многих атмосферных фотохимических реакциях	Реше- ние задач	ПК-1,
<b>10-12</b>	<b>4</b>	Атмосферная химия соединений серы Соединения азота и озон	Реше- ние задач	ПК-1,
<b>13-15</b>	<b>5</b>	Соединения углерода Парниковые газы Атмосферные аэрозоли	Реше- ние задач	ПК-1,
<b>16-18</b>	<b>6</b>	Химические загрязнения атмосферы. Фотохимический туман (смог).	Реше- ние задач	ПК-1,
<b>19-21</b>	<b>7</b>	Методы мониторинга газового состава атмосферы Земли Инструментальны методы анализа газового состава атмосферы. Типы газоанализаторов	Реше- ние задач	ПК-1,

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

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим заданиям, контрольных работ.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических, лабораторных работ, при подготовке к тестам, опросам и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

## **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 - 60;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;

### **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 – **Экзамен в конце 8-го семестра.**

Форма проведения **Экзамен: устно по билетам**

#### **а). Перечень вопросов для устного опроса и Экзамена**

1. Фотохимия кислорода и озона в атмосфере
2. Атмосферная химия соединений серы.
3. Соединения азота и озон
4. Соединения углерода. Парниковые газы. Атмосферные аэрозоли
5. Химические загрязнения атмосферы. Фотохимический туман (смог).
6. Фотохимические процессы и изменчивость климата
7. Физические методы мониторинга природных сред.
8. Экология околоземного космического пространства и атмосферы
9. Прикладные аспекты фотохимических процессов.
10. Газовый состав атмосферы Земли.
11. Роль фотохимических процессов в поддержании постоянства газового состава атмосферы Земли
12. Загрязнение воздуха природного и антропогенного происхождения. Фотохимический туман(смог)
13. Причины возникновения парникового эффекта.
14. Двуокись серы и кислотные дожди
15. Гидроксил ОН, как значимый реагент во многих атмосферных фотохимических реакциях
16. Методы мониторинга газового состава атмосферы Земли
17. Физико-химические циклы в атмосфере

## Домашние задания

Домашние задания состоят в решении задач на пройденный материал. Задачи представлены в учебном пособии Стручева, Н.Е. Сборник задач по дисциплине «Физико-химические процессы в техносфере» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Е. Стручева ; АлтГУ. – Электрон. текст. дан. (2,3 Мб). – Барнаул : АлтГУ, 2018. –

Каждый раздел содержит теоретический материал, вопросы к практическим занятиям, примеры решения и задачи для самостоятельного решения.

### Примеры домашних заданий

**Задача 1.** Вычислите среднее время пребывания паров воды в атмосфере (в часах), если по современным оценкам масса воды, находящейся в атмосфере  $Q = 12900 \cdot 10^9$  т, а объем атмосферных осадков, выпадающих на поверхность планеты в год  $5,77 \cdot 10^{14}$  м<sup>3</sup> воды

**Задача 2.** Известно, что окисление оксида азота (NO) может протекать при взаимодействии с молекулярным кислородом и озоном. Рассчитайте время полувыведения оксида азота из приземного слоя атмосферного воздуха и определите, какой из этих процессов вносит основной вклад в окисление NO. Принять, что содержание молекул оксида азота в воздухе составляет  $2 \cdot 10^9$  см<sup>-3</sup>, а концентрация озона равна  $15$  млрд<sup>-1</sup>. Константы скоростей реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно:  $k_k = 1,93 \cdot 10^{-38}$  см<sup>6</sup> · моль<sup>-1</sup> · с<sup>-1</sup> и  $k_o = 1,8 \cdot 10^{-14}$  см<sup>3</sup> · моль<sup>-1</sup> · с<sup>-1</sup>. Температура воздуха  $15$  °С, давление  $101,3$  кПа.

**Задача 3.** Оцените мольное соотношение и общую массу диоксида серы и оксида азота, поступающих в 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. т угля. Концентрация оксида азота в газовых выбросах оставляет  $150$  млн<sup>-1</sup>. Для сжигания угля используется стехиометрически необходимое количество воздуха. При оценке принять, что уголь состоит из углерода и содержит в качестве примеси только серу.

## Тестовые задания

### Раздел 1

Основными задачами системы экологического мониторинга являются:

1. измерение параметров окружающей среды/ОС/;
2. измерение, обработка, анализ исходных данных об ОС;
3. измерение, анализ данных об ОС, прогнозирование и принятие управленческих решений.

### Раздел 2

Что возможно определить на основе атомно-абсорбционного анализа атомных спектров?

1. полиароматические углеводороды;
2. тяжёлые металлы;
3. органические соединения.

### Раздел 3

Выделите закон Бугера -Ламберта- Бера в интегральной форме:

1.  $D_{\lambda} = \lg I / T_{\lambda} = \lg \frac{I_0_{\lambda}}{I_{\lambda}} = K_{\lambda} \cdot C \cdot l$
2.  $S(\sigma) = 2 \int_0^{x_{max}} \left[ I(x) - \frac{1}{2} I(0) \right] \exp(i2\pi\sigma x) dx ,$
3.  $I_{\lambda} = I_{cd} \cdot 10^{-K_{\lambda} \cdot C \cdot l}$

### Раздел 4

Масс-спектроскопия, как инструментальный метод анализа основан на:

- 1.разделении молекул под действием силы Лоренца;
- 2.разделении заряженных молекул газообразных веществ по их массам;
- 3.электро-магнитном воздействии на молекулярные пучки.

### Раздел 5

Какое максимальное число методов анализа, приведенных ниже, являются электрохимическими методами?:

- 1.разделения при контролируемом потенциале, хроноамперометрии, ячейки Фарадея, электрогазоанализаторов;
- 2.потенциометрия,хронопотенциометрия, вольтамперометрия, полярография, кондуктометрия, кулонометрия;
3. электролитической ячейки, ионо-селективных электродов, мембранных электродов, каплюющего ртутного электрода.

### Раздел 6

Основные узлы газового хроматографа:

- 1.Баллон, расходомер, узел ввода пробы, колонка, термостат, дифференциальный детектор, компьютер;
- 2.дюар, ротометр, капиллярная колонка, термистор, интегральный детектор, компьютер;
- 3.генератор элюента, счётчик расхода, впуск, колонка, детектор, блок регистрации хроматографических пиков.

### Раздел 7

Какой из гибридных методов анализа характеризуется наилучшим пределом обнаружения:

- 1.флуориметрия и хемилюминесценция;
- 2.ИК Фурье спектрометрия;
- 3.хроматомасс-спектрометрия

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

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос № 1 № 2	0-5
Тест	0-5
Домашние задания №1-7	0-5 за каждую работу
Промежуточная аттестация	0-30
Дополнительные баллы	10
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Таблица 6.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене (6 семестр)

Оценка	Баллы
отлично	85-100
хорошо	65-84
удовлетворительно	40-64
Не удовлетворительно	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 «Фотохимические процессы в атмосфере».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену	Экзамен служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### а) Основная литература:

#### Основная:

1. Исидоров С.А. Органическая химия атмосферы Химиздат СПб.:2004 356с.
2. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды –М.: Мир, 2005 -290с..
3. “Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации” Росгидромет, т.1, 2008 г. 230с
4. Стручева, Н.Е. Сборник задач по дисциплине «Физико-химические процессы в техносфере» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Е. Стручева ; АлтГУ. – Электрон. текст. дан. (2,3 Мб). – Барнаул : АлтГУ, 2018. –

#### дополнительная

4. Трифионов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. –М.: Форум- Интра-М, 2007-628с . 5.
5. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2013 год. – Москва, 2014. –109 стр.
6. Биненко В.И., Шевчук Н.О Региональный мониторинг концентрации парниковых газов на основе наземных и спутниковых измерений Региональная экология-2013 №1-2(34)-119-129с. ISSN 1026-5600

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://istina.msu.ru/>

<http://libed.ru/>

<http://aurasvit.com/archives/128>

<http://ecologyproblems.ru/11-ekologicheskie-problemy-zagryazneniya-atmosfery-vozdukha>

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://pskgu.ru/ebooks/okfizikc.html> Учебные пособия по общей физике.
2. <http://h91102a0.bget.ru/elBook/Titul.htm> Мухтеева Е.Ю., Соловьева О.П. Физика твердого тела. Электронное учебное пособие - г.р. № 2011620517. 2011 г.
3. <http://pskgu.ru/ebooks/tf.html> . Теоретическая физика.
4. <http://physics.nad.ru/> - физика в анимациях
5. <http://dmitryukts.narod.ru/kopilka/video.html>- опыты по физике.
6. <http://lectoriy.mipt.ru/lecture?category=Physics&lecturer> Видеолекции и открытые образовательные материалы ФизТеха. Лекции по Физике.
7. <https://sites.google.com/site/rggmustud/> Актуальная информация для студентов, проходящих обучение физике в РГГМУ.

### 8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Office — офисный пакет приложений

### 8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронная библиотека ЭБС «Znanium» (<http://znanium.com/>)
2. Электронная библиотека ЭБС «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>)
3. Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://www.viniti.ru>).

4. ЭБС Лань Коллекция «Инженерно-технические науки – Издательство Горячая линия-Телеком <https://e.lanbook.com/books/931?publisher=6171>

#### 8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеоОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Лаборатория механики и молекулярной физики, лаборатория электричества и магнетизма, лаборатория оптики и ядерной физики – укомплектованы специализированной (учебной) мебелью, приборами, оборудованием, лабораторными установками, стендами, техническими средствами обучения для проведения лабораторных работ.

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

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

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

### 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