

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

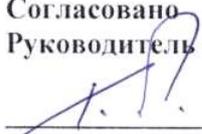
03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):
Физические исследования природных процессов

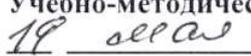
Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

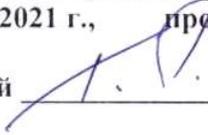
Согласовано
Руководитель ОПОП

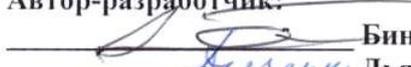
 Бобровский А.П.

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 | ПК-1.1 Понимает физическую сущность процессов, происходящих в экосфере Земли, и применяет физические законы к решению задач в области гидрометеорологии, экологии ПК-1.2 Использует специальные знания математики при решении физических задач гидрометеорологии и экологии, производит оценочные расчеты, строит математические модели процессов и понимает границы их применимости | Знать: - особенности протекания фотохимических реакций в атмосфере - роль фотохимических процессов в атмосфере, - методы анализа объектов окружающей среды - конструкции и принципы работы газоанализаторов Уметь: - подготовить пробы и провести измерения на приборах. - истолковывать смысл полученных результатов |

| | | |
|--|--|--|
| | | Владеть: - 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 |
| Объем дисциплины | 108 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего: | 84 |
| в том числе: | |
| лекции | 28 |
| занятия семинарского типа: | |
| практические занятия | 42 |
| лабораторные занятия | |
| Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего: | 38 |
| в том числе: | |
| курсовая работа | |
| контрольная работа | |
| Вид промежуточной аттестации | экзамен (8 семестр) |

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: | 28 | 42 | 38 | | | |

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. SO₂, 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 NO₂ 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 | |
| 4-6 | 2 | Как фотохимические процессы изменяют состав атмосферы Физико-химические циклы в атмосфере Фотохимия кислорода и озона в атмосфере | Реше- ние задач | ПК-1, |
| 7-9 | 3 | Гидроксил ОН, как значимый реагент во многих атмосферных фотохимических реакциях | Реше- ние задач | ПК-1, |
| 10-12 | 4 | Атмосферная химия соединений серы Соединения азота и озон | Реше- ние задач | ПК-1, |
| 13-15 | 5 | Соединения углерода Парниковые газы Атмосферные аэрозоли | Реше- ние задач | ПК-1, |
| 16-18 | 6 | Химические загрязнения атмосферы. Фотохимический туман (смог). | Реше- ние задач | ПК-1, |
| 19-21 | 7 | 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 $5,77 \cdot 10^{14}$ м³ 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⁻³, а концентрация озона равна 15 млрд⁻¹. Константы скоростей реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно: $k_k = 1,93 \cdot 10^{-38}$ см⁶ · моль⁻¹ · с⁻¹ и $k_o = 1,8 \cdot 10^{-14}$ см³ · моль⁻¹ · с⁻¹. 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⁻¹. 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. $D_{\lambda} = \lg I / I_0 = \lg \frac{I_{\lambda}}{I_0} = K_{\lambda} \cdot C \cdot l$
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 |
| ИТОГО | 0-100 |

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 «ГидрометеoОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

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