

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета инженерных систем
и сооружений



/ С.А. Яременко /

21.02 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Циклические физико-химические процессы в техносфере»

Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль Управление безопасным развитием техносферы в условиях экономики замкнутого цикла

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 3 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

Заведующий кафедрой

Техносферной и пожарной
безопасности

Руководитель ОПОП

_____ А.А. Павленко

_____ П.С. Куприенко

_____ Т.В. Ашихмина

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование целостного представления о процессах и явлениях физико-химического взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды, необходимого при решении физико-химических проблем обеспечения безопасности жизнедеятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить закономерности физических явлений и химических процессов в окружающей среде под воздействием естественных и антропогенных факторов и воздействия загрязнителей на компоненты атмосферы, гидросферы и литосферы;

- изучить химические механизмы взаимодействия человека со средой обитания и отдельными экосистемами;

- изучить изменения химического состава окружающей среды и возможные экологические последствия таких изменений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Циклические физико-химические процессы в техносфере» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Циклические физико-химические процессы в техносфере» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен определять и корректировать состояние технологических процессов обращения с отходами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы;
	уметь анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания;
	владеть методами предсказания протекания возможных химических реакций в окружающей среде и оценки их воздействия на живую и неживую природу.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Циклические физико-химические процессы в техносфере» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Самостоятельная работа	130	130
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основные термины, понятия и определения.	Основные термины, понятия и определения. Классификация веществ по характеру воздействия на живые организмы. Химические элементы биосферы, биогеохимические циклы и технобиогеохимические циклы.	6	6	12	24
2	Физико-химические процессы в атмосфере.	Структура атмосферы. Тепловой баланс системы «поверхность Земли - атмосфера». Характер изменения температуры в атмосфере. Вертикальное распределение температур в атмосфере. Факторы, влияющие на тепловой режим тропосферы и стратосферы. Тепловой баланс и циркуляция атмосферы. Критические элементы баланса, определяющие среднюю температуру поверхности Земли. Современный химический состав атмосферы. Основные компоненты атмосферы. Основные антропогенные загрязнители атмосферы:	6	6	12	24

		CO, CO ₂ , SO ₂ , NO, NO ₂ , пары воды, твердые частицы веществ, тепловая энергия. Фотохимические процессы в атмосфере. Озоновый слой Земли. Химические реакции образования и распада стратосферного озона. Озоноразрушающие вещества в стратосфере.				
3	Физико-химические свойства гидросферы. Трансформация загрязнителей в ней.	Физические характеристики Мирового океана. Характеристика водных ресурсов Земли. Поверхностные и подземные воды. Химический состав природных вод. Роль океанов в регулировании климата и концентрации CO ₂ в атмосфере. Содержание химических элементов в Мировом океане. Пресная и соленая вода. Буферность природных вод. Главные ионы, растворенные газы, газовая фаза, твердые частицы, биогенные вещества, микроэлементы в воде. Кислотность вод в объектах гидросферы. Основные загрязнители гидросферы: карбонатные системы, кислоты, органические соединения, тяжелые металлы, алюминий, хлориды и пестициды. Гидролиз солей и органических соединений в природных водоемах. Гидролиз пестицидов. Комплексообразование в гидросфере. Лигандный состав природных вод. Комплексообразование тяжелых металлов. Гидрохсокомплексы.	6	6	12	24
4	Физико-химические процессы в литосфере. Загрязнения почв.	Основные характеристики литосферы: строение, состав, свойства, процессы выветривания и почвообразования. Физико-химические процессы в почвенном слое: окислительные и восстановительные процессы, осаждение, растворение, адсорбция тяжелых металлов.	6	6	12	24
5	Миграция загрязнителей атмосферы, гидросферы и литосферы.	Ферментативные окислительно-восстановительные процессы. Реакции разрушения пестицидов, гербицидов и других органических соединений, скорость метаболических разрушений. Рассеивание и миграция примесей в атмосфере, гидросфере и почве.	6	6	12	24
6	Круговороты химических элементов и веществ в природе. Влияние деятельности человека на круговороты веществ.	Круговороты химических элементов и веществ в природе. Влияние деятельности человека на круговороты веществ.	6	6	12	24
Итого			36	36	72	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основные термины, понятия и определения.	Основные термины, понятия и определения. Классификация веществ по характеру воздействия на живые организмы. Химические элементы биосферы, биогеохимические циклы и технобиогеохимические циклы.	2	-	20	22
2	Физико-химические процессы в атмосфере.	Структура атмосферы. Тепловой баланс системы «поверхность Земли - атмосфера». Характер изменения температуры в атмосфере. Вертикальное распределение температур в атмосфере. Факторы, влияющие на тепловой режим тропосферы и стратосферы. Тепловой баланс и циркуляция атмосферы. Критические элементы баланса, определяющие среднюю температуру поверхности Земли. Современный химический состав атмосферы. Основные компоненты атмосферы. Основные антропогенные загрязнители атмосферы: CO, CO ₂ , SO ₂ , NO, NO ₂ , пары воды, твердые частицы веществ, тепловая энергия. Фотохимические процессы в атмосфере. Озоновый слой Земли. Химические реакции образования и распада стратосферного озона. Озоноразрушающие вещества в стратосфере.	2	-	22	24

3	Физико-химические свойства гидросферы. Трансформация загрязнителей в ней.	Физические характеристики Мирового океана. Характеристика водных ресурсов Земли. Поверхностные и подземные воды. Химический состав природных вод. Роль океанов в регулировании климата и концентрации CO ₂ в атмосфере. Содержание химических элементов в Мировом океане. Пресная и соленая вода. Буферность природных вод. Главные ионы, растворенные газы, газовая фаза, твердые частицы, биогенные вещества, микроэлементы в воде. Кислотность вод в объектах гидросферы. Основные загрязнители гидросферы: карбонатные системы, кислоты, органические соединения, тяжелые металлы, алюминий, хлориды и пестициды. Гидролиз солей и органических соединений в природных водоемах. Гидролиз пестицидов. Комплексообразование в гидросфере. Лигандный состав природных вод. Комплексообразование тяжелых металлов. Гидроксокомплексы.	-	-	22	22
4	Физико-химические процессы в литосфере. Загрязнения почв.	Основные характеристики литосферы: строение, состав, свойства, процессы выветривания и почвообразования. Физико-химические процессы в почвенном слое: окислительные и восстановительные процессы, осаждение, растворение, адсорбция тяжелых металлов.	-	2	22	24
5	Миграция загрязнителей атмосферы, гидросферы и литосферы.	Ферментативные окислительно-восстановительные процессы. Реакции разрушения пестицидов, гербицидов и других органических соединений, скорость метаболических разрушений. Рассеивание и миграция примесей в атмосфере, гидросфере и почве.	-	2	22	24
6	Круговороты химических элементов и веществ в природе. Влияние деятельности человека на круговороты веществ.	Круговороты химических элементов и веществ в природе. Влияние деятельности человека на круговороты веществ.	-	2	22	24
Итого			4	6	130	140

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	знать закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы;	знает закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы;	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания	умеет анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами предсказания протекания возможных химических реакций в окружающей среде и оценки их воздействия на живую и неживую природу	владеет методами предсказания протекания возможных химических реакций в окружающей среде и оценки их воздействия на живую и неживую природу	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	знать закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	человека и среды обитания			задачах		
	владеть методами предсказания протекания возможных химических реакций в окружающей среде и оценки их воздействия на живую и неживую природу	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Аэрозоль это коллоидные системы, в которых дисперсионной средой служит: а) водные пары атмосферы; б) воздух; в) азот атмосферы; г) кислород атмосферы.

2. Химические частицы с неспаренными электронами на внешних орбиталях: а) ионы; б) катионы; в) свободные радикалы; г) анионы.

3. Слой атмосферы, в котором протекает большинство метеорологических процессов и физико-химических превращений: а) озоновый слой; б) стратосфера; в) ионосфера; г) тропосфера.

4. Имиссия это: а) ввод вредных веществ в организмы или растения; б) ввод вредных веществ в окружающую среду; в) вывод вредных веществ из окружающей среды; г) изменение качества среды.

5. Процесс биотермического распада органического вещества бытовых отходов под воздействием микрофлоры без доступа воздуха это: а) аэробное разложение, б) анаэробное разложение, в) БПК, г) биоразложение.

6. К тяжелым металлам относятся: а) Na, б) Ca, в) Hg, г) Pb.

7. Пероксиацетилнитрат (ПАН) составной частью чего является: а) фотохимический смог; б) смог Лондонского типа; в) незагрязненного атмосферного воздуха.

8. Угарный газ CO с чем взаимодействует в организме человека: а) белками крови, б) минеральными соединениями костей, в) железом гемоглобина.

9. При значении pH ниже какой величины осадки считаются кислыми: а) 7.5, б) 8.0, в) 5.5, г) 3.5.

10. В результате взаимодействия какого газа с атмосферной влагой образуется компонент смога Лондонского типа: а) CO₂, б) NO₂, в) SO₂.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите количество азота в атмосфере в кг, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, а объемная концентрация

этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы

2. Рассчитайте количество кислорода, ежегодно поступающее в атмосферу Земли, учитывая, что время пребывания кислорода в атмосфере составляет $5 \cdot 10^3$ лет, а весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, объемная концентрация которых во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

3. Оцените время пребывания аммиака в тропосфере, если его концентрация принимается равной $0,005 \text{ мг/м}^3$, а интенсивность поступления оценивается в 74 млн т/год в пересчете на элементный азот.

4. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите какой объем был бы у атмосферы в км^3 , если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы

5. Оцените объем кислорода атмосферы, если масса атмосферы $5 \cdot 10^{15}$ т, весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород и аргон, объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

6. Оцените массу водорода в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон и водород, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

7. Рассчитайте объем гелия в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон, водород и гелий, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

8. Оцените массу неона в атмосфере в т, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только азот, кислород аргон, гелий, водород и неон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

9. Рассчитайте, возможна ли диссоциация молекул кислорода, если минимальная длина волны излучения ($\lambda_{\min} \geq 350 \text{ нм}$). Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля кислорода (см. приложение) эквивалентна энергии диссоциации.

10. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул брома. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля брома см. приложение.

11. Оцените возможна ли диссоциация молекул фтора, если минимальная длина волны излучения ($\lambda_{\min} \geq 250 \text{ нм}$). Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля фтора эквивалентна энергии диссоциации.

12. Рассчитайте при какой длине волны излучения, возможна диссоциация молекул азота. Принять, что вся энергия фотона расходуется на

процесс диссоциации, энергия связи для одного моля азота см. приложение.

13. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул хлора. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля хлора см. приложение.

14. Рассчитайте при какой длине волны излучения, возможна диссоциация молекул йода. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, энергия связи для одного моля йода см. приложение.

15. Рассчитайте энергию связи в двухатомной молекуле, если для её диссоциации достаточно кванта света с длиной волны 310 нм.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Минимальное количество газов, определяемое по запаху средним человеком (порог запаха), составляет для уксусной кислоты и аммиака 1 и 46,6 млн⁻¹ соответственно. Превышаются ли значения ПДК_{м.р.} для этих веществ, равные 0,2 и 0,4 мг/м³ соответственно? Какое парциальное давление паров уксусной кислоты достигается в помещении при обнаружении ее запаха? Сколько Молекул аммиака присутствует в каждом см³ воздуха при обнаружении его запаха? Температура и давление воздуха отвечают стандартным значениям.

2. Масса атмосферы оценивается величиной $5 \cdot 10^{15}$ т. Определите количество азота в атмосфере в кг, если принять, что весь вклад в массу атмосферы вносят только такие квазипостоянные компоненты воздуха, как азот, кислород и аргон, а объемная концентрация этих элементов во всем объеме воздуха соответствует значениям, характерным для приземного слоя атмосферы.

3. Оцените время пребывания аммиака в тропосфере, если его концентрация принимается равной 0,005 мг/м³, а интенсивность поступления оценивается в 74 млн т/год в пересчете на элементный азот.

4. Из пробы воздуха объемом 11 л был удален диоксид серы. Объем пробы уменьшился до 10 л. Определите концентрацию SO₂ и выразите ее в % (об.), см⁻³ и млн⁻¹. Давление воздуха 101,3 кПа, температура 25°C.

5. Определите максимальную длину волны излучения, способного вызвать диссоциацию молекул азота. Принять, что вся энергия фотона расходуется на процесс диссоциации, а энтальпия связи молекулы азота, равная 945,4 кДж/моль, эквивалентна энергии диссоциации.

6. Оцените время полувыведения оксида азота из атмосферного воздуха при его- окислении: а) кислородом; б) озоном. Какой из этих окислителей вносит основной вклад в процесс вывода, NO из атмосферы, если концентрация газов составляют: NO - 10¹⁰ см³; O₂ - 20,95% (об.); O₃ - 10 млрд⁻¹? Константы скорости реакций окисления оксида азота кислородом и озоном равны соответственно:

$$k_{\text{кисл}} = 1,93 \cdot 10^{-38} \text{ см}^6 \text{ с}^{-1}; \quad k_{\text{озон}} = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ см}^3 \text{ с}^{-1}$$

7. Определите максимальную концентрацию (в см⁻³, мг/м³ и млн⁻¹) молекул формальдегида в рабочем помещении и его парциальное давление,

если единственным источником его является трансформация 2 литров метана. Площадь кухни 10 м^2 и высота стен 3 м; $T = 25^\circ\text{C}$, атмосферное давление равно 730 мм.рт. ст.

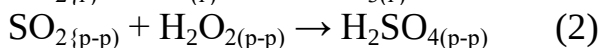
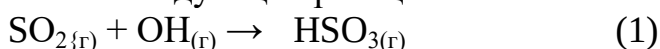
8. Какого максимального значения могут достигнуть концентрация и парциальное давление озона в приземном воздухе, если он образовался при окислении метана в присутствии оксидов азота (концентрация CH_4 равна $1,6 \text{ млн}^{-1}$)? При оценке следует считать, что озон из атмосферы не выводился. Ответ дайте в см^{-3} , мг/м^3 , млн^{-1} и Па. Температура воздуха 20°C , давление 710 мм рт. ст.

9. Какое максимальное количество молекул формальдегида может быть обнаружено в каждом см^3 помещения ($V = 40 \text{ м}^3$), если произошла утечка 5 литров газа, содержащего 98% метана? Каково в этом случае максимально возможное парциальное давление формальдегида? Сравните максимально возможную концентрацию формальдегида в помещении с ПДК_М, равной $0,035 \text{ мг/м}^3$, Температура 20°C , давление 1,1 атм.

10. Какую максимальную концентрацию молекул формальдегида можно ожидать в воздухе, в котором содержание метана упало с 200 до 60 млн^{-1} ? Ответ дайте в млн^{-1} , см^{-3} и мг/м^3 . Какого максимального значения могло достигнуть парциальное давление формальдегида? Давление воздуха равно 1,1 атм, температура 25°C .

11. Сравните скорости выведения из атмосферы молекул метана при их взаимодействии с гидроксидным радикалом в приземном слое и на высоте верхней границы стандартной тропосферы. Концентрация метана на этих высотах равна $1,7 \text{ млн}^{-1}$. Энергия активации и предэкспоненциальный множитель для реакции взаимодействия метана с ОН-радикалом равны $14,1 \text{ кДж/моль}$ и $2,3 \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ соответственно. Концентрации гидроксидных радикалов на этих высотах принять равными: $[\text{OH}]^1 = 5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$, $[\text{OH}]^2 = 2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$.

12. Определите, каким будет соотношение скоростей процессов газофазного и жидкофазного окисления SO_2 , если принять, что основной вклад вносят следующие реакции:

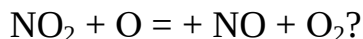
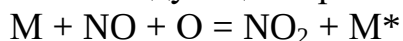


Константы скоростей реакций окисления: $k_1 = 9 \cdot 10^{-13} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$; $k_2 = 1 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$. Концентрации примесей в газовой фазе составляют: $[\text{OH}] = 5 \cdot 10^6 \text{ см}^{-3}$, $[\text{SO}_2] = 10^{-4} \text{ \% (об.)}$; $[\text{H}_2\text{O}_2] = 10^{-7} \text{ \% (об.)}$.

Расчеты провести для атмосферного воздуха, имеющего температуру 25°C и содержащего $0,00001 \text{ г}$ свободной воды в каждом литре воздуха, Считать, что при растворении в воде концентрация SO_2 в газовой фазе не меняется. Газы считать идеальными и подчиняющимися закону Генри. Давление принять равным 1 атм.

13. В каждом кубическом сантиметре воздуха присутствует $2 \cdot 10^6$ частиц сферической формы, средний диаметр, которых составляет 1 мкм. Плотность частиц равна 4 г/см^3 . Превышается ли значение ПДК для воздуха рабочей зоны, равное 6 мг/м^3 ?

14. Какое было бы отношение концентраций NO и NO₂ в равновесной системе на высоте 11 км, если их взаимную трансформацию можно было бы ограничить следующими реакциями:



Константы скорости реакций (1) и (2) на этой высоте равны соответственно: $k_1 = 8 \cdot 10^{-32} \text{ см}^6 \cdot \text{с}^{-1}$, если M — молекулы кислорода; $k_2 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

15. Какой из фреонов а) CH₃CCl₂F; б) CF₃CHCl₂ более опасен для озонового слоя?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к зачету с оценкой

1. Температурный режим системы “Земля-атмосфера”. Изменение температурного режима, “парниковый” эффект.
2. Мировой океан, глобальное перемещение океанских вод.
3. Сухое и влажное осаждение кислот. “Зимний” смог Лондонского типа.
4. Загрязнение вод. Консервативные загрязнители: тяжелые металлы, гидрофобные соли, нерастворимые углеводороды, нефть, пестициды, ПАВ, радионуклиды.
5. Фотохимический или “летний” смог Лос-Анжелеского типа.
6. Влияние ПАВ на состояние природных вод.
7. Аэрозоли в атмосфере.
8. Влияние нефтепродуктов на экосистемы морей и океанов.
9. Озон в стратосфере. Нарушение озонового слоя Земли.
10. Комплексообразование. Лигандный состав природных вод. Гидроксокомплексы.
11. Дисперсные системы в атмосфере.
12. Сорбция. Активный ил. Сорбция пестицидов. Равновесие на границе раздела “вода - донный ил”.
13. Соединения серы в тропосфере.
14. Закисление природных вод кислотными остатками. Буферная емкость естественных водоемов.
15. Соединения азота в тропосфере.
16. Реакции тяжелых металлов. Преобразование оксидов металлов в растворимые формы гидроксидов, карбонатов, гидрокарбонатов.
17. Взаимодействие аэрозолей с объектами техносферы.
18. Сорбция ионов металлов на катионообменных центрах почвенных частиц.
19. Круговорот соединений азота и фосфора в техносфере.
20. Принципы образования хелатных соединений. Хелатообразующие комплексы почв. Образование внутрикомплексных хелатов металлов.
21. Процессы, протекающие в водных объектах.

22. Просачивание аэрозолей в стратосферу и их влияние.
23. Парниковые газы. Парниковый эффект.
24. Сорбция ионов металлов на катионообменных центрах почвенных частиц.
25. Химический состав природных вод. Пресная и соленая вода.
26. Восстановление серы анаэробными сульфатредуцирующими бактериями. Накопление серы, подщелачивание почв.
27. Мировой океан, глобальное перемещение океанских вод.
28. Реакции с нитратами, свободными радикалами в почве. Образование микроколлоидных частиц.
29. Факторы, влияющие на миграцию тяжелых металлов в водных системах.
30. Понятие «ксенобиотики».
31. Диоксины, их образование и негативное воздействие на живые организмы.
32. Радионуклиды. Цезий, йод, стронций, радий и уран в почвах. Сорбция радионуклидов частицами почвы. Образование комплексных соединений.
33. Почвенный поглощающий комплекс.
34. Образование техногенных геохимических аномалий элементов.
35. Поведение пестицидов в почве.
36. Процессы растворения газов в природных водах.
37. Аллювий и его соединения в природных системах.
38. Эрозия. Потери гумуса вследствие сельскохозяйственной и промышленной деятельности человека.
39. Ртуть и её соединения в природных системах.
40. Засоление почв.
41. Свинец и его соединения в природных системах.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

При проведении зачета с оценкой в билете три вопроса, два из них по лекционному материалу и одна задача.

Критерии оценки.

«Отлично» - ответы на вопросы четкие и полные.

«Хорошо» - ответы не достаточно полные.

«Удовлетворительно» - ответы не достаточно четкие и полные или не решена задача.

«Неудовлетворительно» - нет ответа ни на один вопрос.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основные термины,	ПК-4	Собеседование.

	понятия и определения.		
2	Физико-химические процессы в атмосфере.	ПК-4	Тест, контрольная работа.
3	Физико-химические свойства гидросферы. Трансформация загрязнителей в ней.	ПК-4	Тест, контрольная работа.
4	Физико-химические процессы в литосфере. Загрязнения почв.	ПК-4	Контрольная работа.
5	Миграция загрязнителей атмосферы, гидросферы и литосферы.	ПК-4	Контрольная работа.
6	Круговороты химических элементов и веществ в природе. Влияние деятельности человека на круговороты веществ.	ПК-4	Защита реферата.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере: Учебник / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 240 с.

2. Дмитренко, В. П. Экологическая безопасность в техносфере : учебное пособие / В. П. Дмитренко, Е. В. Сотникова, Д. А. Кривошеин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 524 с. — ISBN 978-5-8114-2099-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168948>

3. Аполлонский, С. М. Экологическая безопасность в окружающей среде : учебное пособие для вузов / С. М. Аполлонский. — Санкт-Петербург :

Лань, 2024. — 468 с. — ISBN 978-5-507-48437-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/385784>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное ПО

WIN HOME 10 32-bit/64-bit All Lng PK Lic Online DwnLd NR

Свободное ПО

LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

<https://www.govvrn.ru/> - Воронежская область, официальный портал органов власти

<http://www.mchs.gov.ru/> - сайт Министерства Российской

Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

<http://www.gks.ru/> - сайт Федеральной службы государственной статистики России Росстата.

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

Охрана труда в России

Адрес ресурса: <https://ohranatruda.ru/>

Ростехнадзор

Адрес ресурса: <http://www.gosnadzor.ru/>

Техдок.ру

Адрес ресурса: <https://www.tehdoc.ru/>

Техэксперт: промышленная безопасность

Адрес ресурса: https://cntd.ru/products/promishlennaya_bezopasnost#home

Институт приодообустройства имени Костякова

Адрес ресурса: <http://ieek.timacad.ru/>

Министерство природных ресурсов и экологии РФ

Адрес ресурса: <http://www.mnr.gov.ru/>

Росприроднадзор

Адрес ресурса: <https://rpn.gov.ru/>

Природа России

Адрес ресурса: <http://www.priroda.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий (6259),
оборудование для аудиовизуальных средств обучения: компьютер,
мультимедийный проектор, экран.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Циклические физико-химические процессы в техносфере» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--