

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.2 Химические аспекты экологии

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

**Авторы программы:**

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Кандидат химических наук, Урядников Александр Алексеевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	16
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем	Применяет основные положения химической экологии для решения практических и теоретических задач профессиональной направленности

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		4	7	8
1	Восстановление и рекультивация нарушенных природных объектов	+		
2	Дисперсные системы		+	
3	Коллоидно-химические методы защиты окружающей среды		+	
4	Преддипломная практика			+

5	Процессы на поверхности раздела фаз	+		
6	Техногенные системы и экологический риск	+		
7	Физикохимия биополимеров		+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Химические аспекты экологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Химические аспекты экологии» изучается в 3 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 5 з.е.

Очная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>
Контактная работа	112
Лекции (Лекции)	48
Практические (Практ. раб.)	64
Самостоятельная работа (СР)	32
Экзамен	36

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
3 семестр					
1	Химическая экология как наука. Законы и категории экологии.	6	8	4	Опрос
2	Экологические факторы. Их воздействие в атмосфере, гидро- и литосфере.	6	8	4	Опрос
3	Физико-химически е аспекты экологии.	6	8	4	Контрольная работа
4	Токсикологическая характеристика загрязнителей. Методы оценки.	6	8	4	Контрольная работа; коллоквиум

5	Кругообороты веществ. Распределение и превращение загрязнителей	6	8	4	Опрос
6	Проблемы химической экологии.	6	8	4	Контрольная работа
7	Энергетические и сырьевые проблемы Земли.	6	8	4	Опрос
8	Экологическая опасность химических и сельскохозяйственных производств.	6	8	4	Опрос; коллоквиум

### **Тема 1. Химическая экология как наука. Законы и категории экологии. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Экология как многоаспектная самостоятельная наука. Понятийный аппарат и категории экологии. Законы экологии: минимума, оптимума, конкурентного исключения, взаимодействия факторов, необратимость эволюции, физико-химического единства живого вещества, константности количества живого вещества В.И. Вернадского, сохранения структуры биосферы, законы (афоризмы) Коммонера. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. Краткий очерк жизни ученого.

#### **Практическое занятие.**

1. Расчеты, связанные с оценкой предельно допустимых величин.
2. Оценка относительной токсичности поллютантов.
3. Расчет взаимовлияния загрязнителей.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Перечислите основные законы экологии. Проиллюстрируйте каждый закон примерами.
2. Оцените вклад В.И. Вернадского в развитие современной экологической науки.

### **Тема 2. Экологические факторы. Их воздействие в атмосфере, гидро- и литосфере. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Абиотические факторы в гидросфере (вода, растворенные газы и минеральные соли) и в атмосфере. Абиотические факторы в литосфере. Антропогенное воздействие на окружающую природную среду.

#### **Практическое занятие.**

1. Химико-экологические расчеты с использованием ПДКр.з., ПДКс.с., ПДКв.
2. Расчеты с использованием уравнений состояния газов Менделеева - Клайперона и Ван - дер - Вальса.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Биотические и абиотические факторы. Классификация абиотических факторов по Мончадскому.
2. Абиотические факторы в атмосфере (лучистая энергия, температура, освещенность, влажность).
3. Абиотические факторы в гидросфере (вода, растворенные газы, минеральные соли). Их взаимное влияние.
4. Абиотические факторы в литосфере (гигроскопическая и капиллярная вода). Давление насыщенного пара в капиллярах. Гипсометрическое уравнение и уравнение капиллярного поднятия.

### **Тема 3. Физико-химические аспекты экологии. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Законы Рауля. Давление насыщенного пара растворенного легколетучего загрязнителя. Давление насыщенного пара труднолетучего загрязнителя, температура кипения и замерзания его растворов.

#### **Практическое занятие.**

1. Экологические расчеты с использованием химических формул и уравнений.
2. Равновесие токсичных веществ в водных гомогенных системах.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Модель антропогенного воздействия на окружающую среду.
2. Источники загрязнителей и их составные части.
3. Аварийные ситуации и залповые выбросы.

### **Тема 4. Токсикологическая характеристика загрязнителей. Методы оценки. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Закон Российской Федерации об охране окружающей природной среды. Токсикологическая характеристика загрязнителя. Методы и критерии оценки. Предельные величины и нормативные документы. Взаимное влияние поллютантов. Требования государственных стандартов. Методы аналитического учета. Распределение и превращение загрязнителей в окружающей среде.

#### **Практическое занятие.**

1. Равновесие токсикантов в водных гетерогенных системах.
2. Методы аналитического расчета взаимного влияния поллютантов.
3. Токсикологическая характеристика загрязнителя.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Вопросы охраны природы в Тамбовской области.
2. Токсикологическая характеристика загрязнителя. Методы и критерии оценки.
3. Предельно допустимые величины и нормативные документы. Методики экспериментального определения ПДК;
4. Методы расчета ВДК. Методы с использованием эмпирических зависимостей и биологической активности химических связей.
5. Оценка относительной опасности загрязнителей.

### **Тема 5. Кругообороты веществ. Распределение и превращение загрязнителей (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Круговороты углерода и фосфора в природе. Круговороты воды и азота в природе. Нарушение круговоротов. Распределение и превращение загрязнителей.

#### **Практическое занятие.**

1. Термодинамические расчеты в экологии.
2. Кинетические расчеты в экологии.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Распределение и превращение загрязнителей в окружающей среде.
2. Термодинамические факторы (растворимость, коэффициент распределения).
3. Распределение и превращение загрязнителей в окружающей среде (адсорбция, диффузия, химическое взаимодействие).
4. Круговорот углерода, азота и фосфора в окружающей среде. Нарушение круговоротов.

### **Тема 6. Проблемы химической экологии. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Проблема озонового слоя. Озоноактивные вещества и проблема хлорфторуглеводородов (ХФУ). Парниковый эффект и парниковые газы. Роль CO<sub>2</sub> и изменение его концентрации в атмосфере Земли во времени. Радиохимия и экологические проблемы. Единицы активности и характеристика поля излучения. Атомная энергетика. Виды атомных реакторов и их экологическая опасность. Воздействие малых и больших доз излучения на организм.

### **Практическое занятие.**

1. Оценка вредного воздействия фреонов на озоновый слой.
2. Расчет парникового эффекта.
3. Радиохимические расчеты.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Радиохимия и экологические проблемы.
2. Единицы активности и характеристика поля излучения.
3. Виды атомных реакторов. Реакторы с положительной и отрицательной обратной связью. Их относительная экологическая безопасность.
4. Воздействие малых и больших доз излучения на организм.
5. Проблема озонового слоя. Озоноактивные вещества и проблема ХФУ.
6. Парниковый эффект и парниковые газы.

## **Тема 7. Энергетические и сырьевые проблемы Земли. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Энергетические и сырьевые ресурсы Земли. Их использование. Экологические проблемы энергетики. Потребность химической промышленности в углероде и водороде. Потребление водорода и углерода в металлургии и на транспорте. Демографическая проблема.

### **Практическое занятие.**

1. Расчеты в химии ксенобиотиков.
2. Оценка потребления сырья в химической промышленности.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Образование поллютантов в процессе теплоэнергетики и промышленных технологий.
2. Загрязнители в выхлопных газах двигателя внутреннего сгорания.
3. Энергетические и сырьевые ресурсы Земли.
4. Проблема альтернативных источников энергии

## **Тема 8. Экологическая опасность химических и сельскохозяйственных производств. (ПК-4)**

### **Лекция.**

Экологическая опасность химических производств. Воздействие на человека физических факторов и токсических веществ. Характеристика веществ по сжимаемости. Поведение жидкостей и сжиженных газов при потере герметичности. Токсичность индивидуальных загрязнителей. Пути снижения уровня выделения загрязнителей в промышленности.

### **Практическое занятие.**

1. Расчеты в химической экологии.
2. Оценка токсичности индивидуальных загрязнителей.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Экологическая активность промышленных производств. Воздействие на человека физических факторов и токсичных веществ.
2. Поведение жидкостей и сжиженных газов при потере герметичности.
3. Аварийность в период эксплуатации промышленных установок.
4. Физические и химические взрывы.
5. Токсичность индивидуальных загрязнителей (хлор, оксиды азота и серы, соединения ртути).
6. Токсичность индивидуальных загрязнителей (соединения никеля, кадмия, меди; бензол, фенол, диоксины, бензпирены).
7. Методы очистки сточных вод (обратный осмос, электрокоагуляция, электрофлотация, электрохимические методы очистки).
8. Газообразные выбросы и их учет. Удаление и улавливание.
9. Пестициды. Их классификация и экологическая опасность.



#### 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

##### 4.1. Распределение баллов:

##### 3 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 5 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

##### Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Химическая экология как наука. Законы и категории экологии.	Опрос	5	Активное участие в обсуждении пройденного материала, верные ответы на вопросы – 5 баллов. Активное участие в обсуждении пройденного материала, но в ответе присутствуют некоторые ошибки – 2-4 балл. Нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
2.	Экологические факторы. Их воздействие в атмосфере, гидро- и литосфере.	Опрос	5	Активное участие в обсуждении пройденного материала, верные ответы на вопросы – 5 баллов. Активное участие в обсуждении пройденного материала, но в ответе присутствуют некоторые ошибки – 2-4 балл. Нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
3.	Физико-химические аспекты экологии.	Контроль ная работа	10	Решение 5 задач: 2 балла - верное решение задачи 1 балл – верный ход решения, но расчеты содержат арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
4.	Токсикологическая характеристика загрязнителей. Методы оценки.	Контроль ная работа	10	Решение 5 задач: 2 балла - верное решение задачи 1 балл – верный ход решения, но расчеты содержат арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
		<b>коллоквиум(контрольный срез)</b>	5	Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл
5.	Кругообороты веществ. Распределение и превращение загрязнителей	Опрос	5	Активное участие в обсуждении пройденного материала, верные ответы на вопросы – 5 баллов. Активное участие в обсуждении пройденного материала, но в ответе присутствуют некоторые ошибки – 2-4 балл. Нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов

6.	Проблемы химической экологии.	Контрольная работа	10	Решение 5 задач: 2 балла - верное решение задачи 1 балл – верный ход решения, но расчеты содержат арифметическую ошибку, 0 баллов – неверное решение
7.	Энергетические и сырьевые проблемы Земли.	Опрос	4	Активное участие в обсуждении пройденного материала, верные ответы на вопросы – 4 балла. Активное участие в обсуждении пройденного материала, но в ответе присутствуют некоторые ошибки – 2-3 балл. Нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
8.	Экологическая опасность химических и сельскохозяйственных производств.	Опрос	1	Активное участие в обсуждении пройденного материала – 1 балла, нежелание участвовать в обсуждении пройденного материала – 0 баллов
		коллоквиум(контрольный срез)	5	Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 5 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4 балла Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл
9.	Посещаемость		10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий
10.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
11.	Ответ на экзамене		30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
12.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
13.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

## КОЛЛОКВИУМ

### Тема 4. Токсикологическая характеристика загрязнителей. Методы оценки.

1. Законы экологии
2. Экологические факторы. Классификация абиотических факторов.
3. Абиотические факторы в атмосфере (лучистая энергия, температура, освещенность, влажность).
4. Абиотические факторы в гидросфере (кислотность, растворенные газы, минеральные соли). Влияние температуры и давления на растворимость веществ в воде.
5. Абиотические факторы в литосфере (гигроскопическая и капиллярная вода, кислотность почвы, сорбционные свойства почвы, миграция веществ в почве).
6. Классификация веществ по классам опасности. Нормативные показатели, определяемые для воды водоемов, воздуха и почвы.
7. Методы расчета ВДК (использование эмпирических зависимостей и биологической активности химических связей). Оценка относительной опасности загрязнителей.
8. Взаимное влияние поллютантов (случаи антагонизма, синергизма и аддитивности)
9. Термодинамические факторы, влияющие на распределение загрязнителей (химический потенциал, растворимость, произведение растворимости, коэффициент распределения, давление насыщенного пара, сорбция).
10. Кинетические факторы, влияющие на распределение и превращение загрязнителей в окружающей среде (диффузия, скорость химического взаимодействия)

### Тема 8. Экологическая опасность химических и сельскохозяйственных производств.

1. Круговорот углерода, азота и фосфора в окружающей среде. Нарушение круговоротов.
2. Проблема кислотных дождей. Кислотная седиментация. Фоновое и антропогенное воздействие. Экологические последствия кислотной седиментации.
3. Радиохимия и экологические проблемы.
4. Единицы активности и характеристика поля излучения.
5. Виды атомных реакторов. Реакторы с положительной и отрицательной обратной связью. Их относительная экологическая безопасность.
6. Воздействие малых и больших доз излучения на организм.
7. Проблема озонового слоя. Озоноактивные вещества и проблема ХФУ.
8. Парниковый эффект и парниковые газы. Роль CO<sub>2</sub> и изменение его концентрации в атмосфере земли во времени.
9. Образование поллютантов в процессе теплоэнергетики и промышленных технологий.
10. Загрязнители в выхлопных газах двигателя внутреннего сгорания.
11. Энергетические и сырьевые ресурсы земли.
12. Проблема альтернативных источников энергии.
13. Методы очистки сточных вод (обратный осмос, электрокоагуляция, электрофлотация, электрохимические методы очистки).
14. Газообразные выбросы и их учет. Удаление и улавливание.
15. Пестициды. Их классификация и экологическая опасность.

## Контрольная работа

### Тема 3. Физико-химические аспекты экологии.

Вариант 1

1. Предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе высокотоксичных веществ метилизоцианата ( $\text{CH}_3\text{NCO}$ ) и фосгена ( $\text{COCl}_2$ ) при давлении  $1,013 \times 10^5$  Па и температуре  $20^\circ\text{C}$  составляют соответственно  $1,3 \times 10^{-6}$  и  $1,0 \times 10^{-5}$  об.%. Рассчитать ПДК указанных химических соединений в  $\text{мг/м}^3$ .
2. В бомбе объемом 10 л, не содержащей  $\text{CO}_2$ , при температуре  $800^\circ\text{C}$  сожгли пестицид метафос массой, в 100 раз превышающей его предельно допустимую массу в 1 л воды. Рассчитать ПДКв пестицида, если при количественном полном сгорании вещества парциальное давление оксида углерода (IV) в бомбе составило 57 Па, а температура не изменилась. Молекулярную формулу пестицида взять из ответа к предыдущей задаче. Газ в бомбе считать идеальным.
3. В обжиговом цехе в течение суток переработано 100 т обогащенной цинковой обманки, содержащей 90 % основного вещества. В процессе обжига установки цеха уловили 99 мас. % полученного оксида серы (IV). Остальное ушло в атмосферу. Рассчитать массу полученного оксида и его массу, попавшую в атмосферу. Каково будет ПДКр.з. в цехе объемом  $4,5 \cdot 10^4$  м<sup>3</sup>, если в его атмосферу попала половина выброшенного  $\text{SO}_2$  без учета воздухообмена и с учетом 10-кратного воздухообмена. ПДКр 3 ( $\text{SO}_2$ ) равно 10  $\text{мг/м}^3$ .
4. Реакция разложения воды на водород и кислород  

$$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$$
является очень перспективной для получения в будущем практически неограниченного количества  $\text{H}_2$  как экологически чистого топлива. Рассчитать минимальные затраты энергии для получения водорода количеством вещества 1 моль при  $298^\circ\text{K}$ , если  $\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -241,8$  кДж/моль, а коэффициент полезного действия установки при получении необходимой энергии для проведения реакции равен 24%.
5. Рассчитать массу и объем (н.у.) озона, который претерпит превращение по реакции:  

$$\text{CF}_2\text{Cl}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \bullet\text{CF}_2\text{Cl} + \text{ClO}\bullet + \text{O}_2$$
в результате взаимодействия с 1 кг дифтордихлорметана в верхних слоях атмосферы. Как можно представить себе последующие превращения радикалов  $\text{ClO}\bullet$  и  $\bullet\text{CF}_2\text{Cl}$ ?

## Вариант 2

1. Молярная масса пестицида метафоса 219 г/моль, а массовые доли углерода, водорода, кислорода и фосфора в его молекуле равны соответственно 38,36%; 4,57%; 36,53% и 14,16%. Остальное азот. Найти молекулярную формулу метафоса. Рассчитать массу метафоса в 1 м<sup>3</sup> воздуха при  $20^\circ\text{C}$  в условиях насыщения, если его давление насыщенного пара при этих условиях равно  $1,3 \times 10^{-3}$  Па.
2. В результате сгорания метафоса в бомбе объемом 10 л при  $800^\circ\text{C}$  давление  $\text{CO}_2$  составило 2850 Па, а остаточное давление кислорода равно  $6,0 \times 10^4$  Па. Рассчитать кратность исходной массы кислорода по отношению к его стехиометрически необходимому количеству при реакции горения, если до ее протекания оксид углерода (IV) в бомбе отсутствовал, а температура в результате протекания реакции не изменилась. Молекулярная формула вещества  $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_5\text{PN}$ . Газ в бомбе считать идеальным. Принять, что фосфор и азот перешли соответственно в  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{N}_2$ .
3. Рассчитать массу моногидрата  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , которая может быть получена при взаимодействии 100 т пирита, содержащего 90% основного вещества (остальное балласт), если во взаимодействие с ним при температуре  $1000^\circ\text{C}$  вступило 106 м<sup>3</sup> кислорода при давлении 105 Па.
4. На какой площади будет разрушен озоновый слой толщиной 100 м, если с озоном по реакции  

$$\text{CF}_2\text{Cl}_2 + \text{O}_3 \rightarrow \bullet\text{CF}_2\text{Cl} + \text{ClO}\bullet + \text{O}_2$$
прореагирует 10 кг дифтордихлорметана? Принять температуру слоя озона равной  $-30^\circ\text{C}$ , давление озона — 102 Па.
5. В результате неудовлетворительного складского хранения под открытым небом оказался карбофос массой 100 кг. Какая масса пестицида останется на складе после 10-кратного дождя, в результате которого каждый раз на пестицид попадало в среднем 100 кг воды? Принять, что концентрация пестицида в стекавшей воде составляла 10 мас.% от концентрации насыщения, которая равна 150  $\text{мг/л}$ . Весь сток, обогащенный пестицидом, попал в резервуар с водой размерами  $10 \times 5 \times 2$  м, наполненный на 75%. Будет ли превышена СК50 в воде по пестициду, составляющая 0,1  $\text{мг/л}$ ?

#### Тема 4. Токсикологическая характеристика загрязнителей. Методы оценки.

##### Вариант 1

1. Концентрация первичного алифатического амина с массовой долей азота в молекуле, равной 31,11%, вызывающая летальный исход 50% экспериментальных животных, равна 675 мг/л. Найти временную допустимую концентрацию амина в воздухе рабочей зоны и его молекулярную формулу.
2. Рассчитать LK50 предельного одноатомного спирта алифатического ряда, ВДКр.з. которого равно 15 мг/м<sup>3</sup>, если его плотность по диметиловому эфиру равна 1,6087.
3. Рассчитать ВДКр.з. октановой кислоты, используя значения биологической активности химических связей.
4. Рассчитать величину относительной интегральной опасности фенола по СО и NO<sub>x</sub>. Необходимые для расчета данные взять в приложении 3.
5. Рассчитать во сколько раз превышена величина приведенной ПДК при совместном присутствии в 1 м<sup>3</sup> воздуха рабочей зоны 5 мг H<sub>2</sub>S и 3 мг NO<sub>x</sub> в условиях антагонистического и синергетического воздействия загрязнителей.

##### Вариант 2

1. Рассчитать LK50 и найти молекулярную формулу предельного одноатомного спирта алифатического ряда, ВДК которого в воздухе рабочей зоны составляет 6 мг/м<sup>3</sup>, если плотность вещества по диметиловому эфиру равна 0,696.
2. Концентрации н-пропанола и муравьиной кислоты в воздухе рабочей зоны, вызывающие летальный исход 50% экспериментальных животных, равны соответственно 2,5 мг/л и 635 мг/л. Рассчитать индивидуальные ВДК загрязнителей и их суммарное содержание в единицах приведенного ВДКр.з., если эти поллютанты находятся в концентрации 0,5 мг/м<sup>3</sup> (НСООН) и 22 мг/м<sup>3</sup> (С<sub>3</sub>H<sub>7</sub>ОН). Расчет провести для случая аддитивного характера взаимодействия.
3. Для некоторого вещества рассчитанные ВДКс.с. и ВДКр.з. равны соответственно 0,05 и 0,08 мг/м<sup>3</sup>. Найти его молярную массу.
4. Интегральная относительная опасность фенола равна 310 т/т. Рассчитать его среднесуточную ПДК, если ПДКр.з. и поправочные коэффициенты интегральной относительной опасности равны соответственно 0,3 мг/м<sup>3</sup>, 1 и 1,2.
5. Используя значения биологической активности химических связей, рассчитать ВДКр.з. рабочей зоны метил- и 1- пропиламина.

#### Тема 6. Проблемы химической экологии.

##### Вариант 1

1. Рассчитать концентрацию ионов кадмия в растворе, содержащем  $5 \cdot 10^{-2}$  моль/л йодат-ионов после введения кадмия в виде нитрата, если произведение растворимости йодата кадмия равно  $2,3 \cdot 10^{-8}$ . Принять коэффициент активности анионов равным 1. Во сколько раз будет превышена в таком случае предельно допустимая концентрация ионов кадмия в водоемах рыбохозяйственного назначения, равная  $5 \cdot 10^{-3}$  мг/л?
2. В результате залпового выброса соляной кислоты в водоем, содержащий  $5 \cdot 10^5$  м<sup>3</sup> воды, концентрация гидрокарбонат-иона понизилась на 50 мг/л. Считая, что других взаимодействий в водоеме не произошло, рассчитать массу 15% - го раствора кислоты, попавшей в водоем.
3. Рассчитать произведение растворимости гидроксида металла (II), при котором в водном растворе с pH = 6 не будет превышена предельно допустимая концентрация ионов Me<sup>2+</sup>, равная  $10^{-2}$  мг/л, если M(Me) = 100 г/моль.
4. Рассчитать количество однозарядных ионов одного знака заряда, которое при нормальных условиях образует в 1 см<sup>3</sup> воздуха 1 рентген.
5. Имеется 1 г радиоактивного йода, содержащего поровну (по массе) изотопы I<sup>53132</sup> и I<sup>53133</sup>, время полураспада которых соответственно равно 2,4 часа и 20,8 часа. Какова масса йода, оставшегося через сутки?

##### Вариант 2

1. В результате залпового выброса с сахарного завода концентрация оксида углерода (IV) в воде водоема возросла с 0,4 до 30 мг/л. Как изменился водородный показатель водоема, в котором содержание гидрокарбонат-ионов в виде  $\text{MeHCO}_3$  равно 300 мг/л? Считать, что весь растворенный оксид находился в виде угольной кислоты,  $K_a$  которой равна  $4,45 \cdot 10^{-7}$ , а  $K_{\text{па}} = 4,69 \cdot 10^{-11}$ . Рассматривать воду водоема как карбонатную буферную систему.
2. В воду попал цианистый аммоний. Какая величина pH будет навязана раствору, если  $K_a = 6,2 \cdot 10^{-10}$  и  $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ? Какова степень гидролиза соли?
3. Рассчитать pH воды, если в отсутствие других факторов ее водородный показатель определяется наличием ионов алюминия в концентрации 2,7 мг/л, гидролизующихся до ионов  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ . Константу диссоциации  $\text{Al}(\text{OH})_3$  по третьей ступени принять равной  $1,4 \cdot 10^{-9}$ .
4. Радиационный фон в воздухе составляет 15 мкР/час. Какое количество однозарядных ионов одного знака заряда образуется в 1 см<sup>3</sup> воздуха при температуре 20°C и давлении 105 Па за счет фотонного излучения?
5. Найти общую массу изотопов  $^{223}\text{Fr}$  ( $\tau_{1/2} = 21$  мин) и  $^{222}\text{Fr}$  ( $\tau_{1/2} = 15$  мин) через 0,5; 1,0; 2 и 3 часа, если в начальный момент она была равна 1 г, а массовая доля первого радиоизотопа составляла 0,8.

## Опрос

### Тема 1. Химическая экология как наука. Законы и категории экологии.

1. Сформулируйте закон минимума, закон оптимума, закон постоянства живого вещества.
2. Дайте определение основным понятиям экологии: экосистема, биоценоз, биотоп, биосфера, ноосфера.
3. Что такое лимитирующий фактор?
4. Сформулируйте понятие экологическая валентность
5. В чем заключается многоаспектность экологии как науки?

### Тема 2. Экологические факторы. Их воздействие в атмосфере, гидро- и литосфере.

1. Что такое экологические факторы?
2. Как классифицируют экологические факторы по Мончадскому? Приведите примеры для каждой группы.
3. Какие экологические факторы действуют в атмо-, лито- гидросфере?
4. Как температура и солевой состав воды влияет на растворимость газов?
5. Какие факторы влияют на миграцию веществ в почве?
6. В чем опасность «ядерной зимы»?
7. Как определяют влажность воздуха?
8. Какие физические явления влияют на движение жидкости по капиллярам почвы?

### Тема 5. Кругообороты веществ. Распределение и превращение загрязнителей

1. Охарактеризуйте кругообороты основных элементов в биосфере:
  - А) кругооборот углерода
  - Б) кругооборот азота
  - В) кругооборот серы
  - Г) кругооборот фосфора
  - Д) кругооборот воды
2. Перечислите кинетические факторы, влияющие на распределение веществ в окружающей среде.
3. Перечислите термодинамические факторы, влияющие на распределение веществ в окружающей среде.

### Тема 7. Энергетические и сырьевые проблемы Земли.

1. Перечислите основные загрязнители, образующиеся в результате работы предприятий энергетики.
2. В чем опасность выхлопных газов?
3. Перечислите альтернативные источники энергии и проблемы, возникающие при их внедрении.
4. Опишите основные пути решения проблемы дефицита сырьевых ресурсов.
5. Как связаны демографические и экологические проблемы?

#### Тема 8. Экологическая опасность химических и сельскохозяйственных производств.

1. Чем отличаются физические и химические взрывы.
2. Перечислите основные методы очистки сточных вод
3. Назовите основные загрязнители, содержащиеся в выбросах промышленных предприятий. Как осуществляется их обезвреживание?
4. Какие группы химикатов применяют в сельском хозяйстве?
5. Приведите примеры биологических способов борьбы с вредителями и патогенами в сельском хозяйстве.

#### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

##### Типовые вопросы экзамена (ПК-4)

1. Токсикологическая характеристика загрязнителя. Методы и критерии оценки.
2. Распределение и превращение загрязнителей в окружающей среде (адсорбция, диффузия, химическое взаимодействие).
3. Экологическая активность промышленных производств. Воздействие на человека физических факторов и токсичных веществ.

##### Типовые задания для экзамена (ПК-4)

###### Типовые тестовые задания

1. Глобальные экологические проблемы вызваны в первую очередь:
  - а) геологическими процессами;
  - б) космическими факторами;
  - в) высокими темпами прогресса;
  - г) изменением климата.
2. Полезные ископаемые недр планеты относятся к:
  - а) неисчерпаемым природным ресурсам;
  - б) возобновляемым природным ресурсам;
  - в) невозобновляемым природным ресурсам;
  - г) пополняющимся ресурсам.
3. Парниковый эффект возникает в результате накопления в атмосфере:
  - а) угарного газа;
  - б) углекислого газа;
  - в) диоксида азота;
  - г) оксидов серы.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-4	Свободно владеет системой фундаментальных химических понятий, лежащих в основе современной химической экологии, а также способов их применения для решения теоретических и практических задач. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.

«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-4	Умеет применять основные положения химической экологии для решения практических и теоретических задач по оценке токсикологических характеристик поллютантов и экологической безопасности промышленных производств. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-4	Способен применять отдельные положения химической экологии для решения теоретических и практических задач. Владеет базовыми стандартными операциями по оценке токсикологических характеристик поллютантов.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-4	Не ориентируется в основных теоретических концепциях, лежащих в основе химической экологии, в результате чего не способен решать практические задачи дисциплины. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.



Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Экология. Химические аспекты и проблемы : в 2 ч. : [учеб. пособие]. - Тамбов, 1994
2. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Химические проблемы экологии : сб. задач. - Тамбов: [Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина], 1997. - 125 с.

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Жуйкова Т. В., Безель В. С. Экологическая токсикология : Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 362 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454650>
2. Егоров В.В. Экологическая химия : учебное пособие. - 2-е изд., стер.. - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: Лань, 2017. - 181 с.
3. Исидоров, В. А. Экологическая химия : учебное пособие для вузов. - 2022-06-21; Экологическая химия. - Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ, 2016. - 304 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/49802.html>

## 6.3 Иные источники:

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

**Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.