

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

*«Утверждаю»*

Проректор по учебно-  
методической работе  
\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.09 Химические процессы в техносфере**

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Экология и природопользование

Курс – 3

Семестр – 6

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.09 «Химические процессы в техносфере» относится к блоку обязательных дисциплин вариативной части ОП по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Опирается на имеющиеся у студентов знания химии, геохимии окружающей среды, учения об атмосфере, учения о гидросфере. В свою очередь, этот курс является основой для изучения дисциплин: нормирование и снижение загрязнения окружающей среды, оценка воздействия на окружающую среду, техногенные системы и экологический риск.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующей общепрофессиональной компетенцией:

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

**ПК-18** - владение знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития.

В результате изучения дисциплины студент должен

### **знать:**

- закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы;
- состав и свойства продуктов взаимодействия загрязняющих веществ и их производных с компонентами окружающей среды и между собой;
- пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы.
- свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов;

### **уметь:**

- прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания, вызванной трансформацией или миграцией загрязнителей;
- проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять изменение концентраций при протекании химических реакций;
- использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;
- пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания;

### **владеть:**

- навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде;
- методами оценки экологической ситуации.

## 3. Содержание дисциплины

Основные понятия. Типы загрязнений. Важнейшие природные и антропогенные источники загрязнений. Критерии количественной оценки уровня загрязненности окружающей среды. Классификация вредных веществ по химической природе, по классу опасности. Характеристика техногенных соединений. Миграция химических элементов. Виды миграции (Перельман А.И.): механическая, физико-химическая,

биогенная, техногенная. Типы миграции. Внутренние и внешние факторы, влияющие на миграцию. Техногенная миграция химических элементов, ее интенсивность.

*Химические процессы в атмосфере.* Строение и состав атмосферы. Температурный профиль атмосферы. Реакционноспособность и время пребывания веществ в атмосфере.

Фотохимические процессы в стратосфере. Озон. Цикл Чепмена. Профиль вертикального распределения концентрации озона в зависимости времени суток, времени года, географической широты. Озоновый слой. Озоновые дыры. Причины снижения концентрации озонового слоя в стратосфере. Фторхлоруглеводороды и стратосферный озон.

Физико-химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы и их роль в процессах трансформации микропримесей в тропосфере. Основные источники и стоки соединений азота и серы. Характеристика процессов окисления соединений азота и серы в тропосфере. Трансграничный перенос. Образование азотной, сернистой и серной кислот в атмосфере. Сухое и влажное осаждение кислот. Образование органических кислот. Кислотные дожди, условия образования. Смог лондонского типа (условия возникновения, состав) и его влияние на объекты биосферы.

Дисперсные системы в атмосфере. Критерии устойчивости. Процессы, нарушающие устойчивость. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию, размерам, источникам образования. Свойства аэрозолей. Основные механизмы выведения аэрозолей из атмосферы. Роль аэрозолей при образовании ядер конденсации.

Основные антропогенные загрязнители атмосферы: CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, пары воды, твердые частицы веществ. Рассеивание выбросов вредных веществ в приземном слое атмосферы. Источники и стоки органических соединений в тропосфере. Летучие органические соединения. Окисление метана и его гомологов

*Химические и физико-химические процессы в гидросфере.* Химический состав природных вод. Главные ионы, растворенные газы, твердые частицы, биогенные вещества, микроэлементы в воде. Гидролиз солей и органических соединений в природных водоемах. Комплексообразование в гидросфере. Коллоидно-дисперсные формы комплексных соединений.

Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере. Состав природных вод и биологические процессы. Процессы окисления и восстановления в природных водоемах. Аэробные и анаэробные процессы. Стратификация природных вод.

Самоочищение и эвтрофикация природных вод. Процессы выведения загрязняющих веществ и самоочищение водоемов. Олиготрофное и эвтрофное состояния водоемов. Эвтрофикация. Образование высокотоксичных органических соединений.

Тяжелые металлы как загрязнители гидросферы. Понятие о тяжелых металлах. Источники и стоки тяжелых металлов в гидросфере. Формы тяжелых металлов в гидросфере.

Факторы загрязнения водоемов. Неорганические и органические вещества, кислотные выбросы, тяжелые металлы – как загрязнители природных вод.

*Химические и физико-химические процессы в почвах.* Химические процессы в почвах. Гидролиз почвенных соединений. Комплексообразование в почвах. Гуминовые кислоты почв как комплексообразователи. Образование внутрикомплексных хелатов металлов. Окислительно-восстановительные процессы в почвах. Химические превращения соединений азота, фосфора, серы, микроэлементов. Физико-химические основы почвенного плодородия: значение механического состава почв, роль почвенных микроорганизмов (микробиологические циклы азота и серы), состав и строение гумусовых веществ.

Антропогенное воздействие на почвенные экосистемы: эрозия почв, засоление почв, проблемы применения азотных и фосфорных удобрений. Загрязнение почв

пестицидами. Источники и химические превращения тяжелых металлов в почвах. Процессы трансформации загрязняющих веществ в почвах.

Самоочищение почв. Физические, биологические и химические процессы детоксикации. Время самоочищения.

*Производство и использование минеральных удобрений как потенциальная угроза окружающей среде.* Формы содержания азота в почвах и живом веществе. Агрохимическое значение соединений азота. Азотные удобрения. Классификация, ассортимент, основы производства, состав газовых выбросов и сточных вод производства.

Формы содержания фосфора в почвах и живом веществе. Агрохимическое значение соединений фосфора. Фосфорные удобрения. Классификация, ассортимент, основы производства, состав газовых выбросов и сточных вод производства. Химический состав и товарные свойства фосфоритной муки, простого и двойного суперфосфата, преципитата, обесфторенного фосфата.

*Химическое воздействие производства и применения черных и цветных металлов на окружающую среду.* Общие способы получения металлов: пирометаллургия, гидрометаллургия, электрометаллургия. Классификация металлов. Важнейшие сплавы на основе железа. Доменное производство: сырье и его подготовка, производство кокса; химические процессы в доменной печи; состав и утилизация газовых выбросов и твердых отходов. Сталь: отличия от чугуна, способы переработки чугуна в сталь, прямое (внедоменное) получение стали. Состав газовых выбросов, утилизация твердых отходов. Алюминий: производство глинозема, получение алюминия электролизом глинозема, рафинирование алюминия, состав газовых выбросов, утилизация твердых отходов. Гальванические процессы в машиностроении. Состав сточных вод гальванических производств.

*Загрязнение окружающей среды предприятиями основного органического синтеза и нефтепереработки.* Переработка нефти. Первичные и вторичные процессы переработки нефти. Прямая перегонка нефти. Подготовка нефти. Сущность метода и принципиальная схема двухступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Состав продуктов прямой перегонки нефти. Моторные топлива, октановое и цетановое число. Крекинг нефтепродуктов. Термический крекинг. Каталитический крекинг. Сырьё, катализаторы, химические реакции, протекающие на катализаторе. Оптимальные условия. Каталитический риформинг нефтепродуктов: цели, сырьё, применяемые катализаторы. Основные химические реакции. Переработка газообразного топлива. Классификация газообразного топлива. Природный газ: состав, месторождения, применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, примеры их использования в качестве топлива и химического сырья.

*Стойкие органические загрязнители.* Определение СОЗ, критерии отнесения веществ к группе. Диоксины: структурные формулы, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция. ПХБ: структурные формулы, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция. ПАУ: структурные формулы, классификация, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция.

*Поверхностно-активные вещества как важный загрязнитель гидросферы.* Поверхностно-активные вещества в водоемах. Классификация ПАВ. Поверхностные явления. Процессы коагуляции и флокуляции.

*Химические процессы в ядерном топливном цикле.* Ядерное топливо, этапы ЯТЦ, протекающие физико-химические и химические процессы, реакции образования газообразных, жидких и твердых продуктов деления и отходов.

#### 4. Тематический план

	Всего	Формы занятий
--	-------	---------------

	Разделы и темы	часов	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Введение, общие сведения о загрязнении биосферы	6	2	2	2
2	Химические процессы в атмосфере	20	4	8	8
3	Химические и физико-химические процессы в гидросфере	18	4	8	6
4	Химические и физико-химические процессы в почвах	12	2	6	4
5	Группы наиболее важных загрязнителей	25	6	12	7
	Подготовка к экзамену	27			27
	<i>ИТОГО</i>	<i>108</i>	<i>18</i>	<i>36</i>	<i>54</i>

## 5. Виды учебной деятельности

### *Лекции*

*Лекция 1.* Основные понятия. Типы загрязнений. Важнейшие природные и антропогенные источники загрязнений. Критерии количественной оценки уровня загрязненности окружающей среды. Классификация вредных веществ по химической природе, по классу опасности. Характеристика техногенных соединений. Миграция химических элементов. Виды миграции (Перельман А.И.): механическая, физико-химическая, биогенная, техногенная. Типы миграции. Внутренние и внешние факторы, влияющие на миграцию. Техногенная миграция химических элементов, ее интенсивность.

*Лекции 2-3. Химические процессы в атмосфере.* Строение и состав атмосферы. Температурный профиль атмосферы. Реакционноспособность и время пребывания веществ в атмосфере.

Фотохимические процессы в стратосфере. Озон. Цикл Чепмена. Профиль вертикального распределения концентрации озона в зависимости времени суток, времени года, географической широты. Озоновый слой. Озоновые дыры. Причины снижения концентрации озонового слоя в стратосфере. Фторхлоруглеводороды и стратосферный озон.

Физико-химические процессы в тропосфере. Свободные радикалы и их роль в процессах трансформации микропримесей в тропосфере. Основные источники и стоки соединений азота и серы. Характеристика процессов окисления соединений азота и серы в тропосфере. Трансграничный перенос. Образование азотной, сернистой и серной кислот в атмосфере. Сухое и влажное осаждение кислот. Образование органических кислот. Кислотные дожди, условия образования. Смог лондонского типа (условия возникновения, состав) и его влияние на объекты биосферы.

Дисперсные системы в атмосфере. Критерии устойчивости. Процессы, нарушающие устойчивость. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию, размерам, источникам образования. Свойства аэрозолей. Основные механизмы выведения аэрозолей из атмосферы. Роль аэрозолей при образовании ядер конденсации.

Основные антропогенные загрязнители атмосферы: CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, пары воды, твердые частицы веществ. Рассеивание выбросов вредных веществ в приземном слое атмосферы. Источники и стоки органических соединений в тропосфере. Летучие органические соединения. Окисление метана и его гомологов

*Лекции 4-5. Химические и физико-химические процессы в гидросфере.* Химический состав природных вод. Главные ионы, растворенные газы, твердые частицы, биогенные вещества, микроэлементы в воде. Гидролиз солей и

органических соединений в природных водоемах. Комплексообразование в гидросфере. Коллоидно-дисперсные формы комплексных соединений.

Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере. Состав природных вод и биологические процессы. Процессы окисления и восстановления в природных водоемах. Аэробные и анаэробные процессы. Стратификация природных вод.

Самоочищение и эвтрофикация природных вод. Процессы выведения загрязняющих веществ и самоочищение водоемов. Олиготрофное и эвтрофное состояния водоемов. Эвтрофикация. Образование высокотоксичных органических соединений. Тяжелые металлы как загрязнители гидросферы. Понятие о тяжелых металлах. Источники и стоки тяжелых металлов в гидросфере. Формы тяжелых металлов в гидросфере.

Факторы загрязнения водоемов. Неорганические и органические вещества, кислотные выбросы, тяжелые металлы – как загрязнители природных вод. *Поверхностно-активные вещества как важный загрязнитель гидросферы.* Поверхностно-активные вещества в водоемах. Классификация ПАВ. Поверхностные явления. Процессы коагуляции и флокуляции.

*Лекция 6. Химические и физико-химические процессы в почвах.* Химические процессы в почвах. Гидролиз почвенных соединений. Комплексообразование в почвах. Гуминовые кислоты почв как комплексообразователи. Образование внутрикомплексных хелатов металлов. Окислительно-восстановительные процессы в почвах. Химические превращения соединений азота, фосфора, серы, микроэлементов. Физико-химические основы почвенного плодородия: значение механического состава почв, роль почвенных микроорганизмов (микробиологические циклы азота и серы), состав и строение гумусовых веществ.

Антропогенное воздействие на почвенные экосистемы: эрозия почв, засоление почв, проблемы применения азотных и фосфорных удобрений. Загрязнение почв пестицидами. Источники и химические превращения тяжелых металлов в почвах. Процессы трансформации загрязняющих веществ в почвах.

Самоочищение почв. Физические, биологические и химические процессы детоксикации. Время самоочищения.

*Производство и использование минеральных удобрений как потенциальная угроза окружающей среде.* Формы содержания азота в почвах и живом веществе. Агрохимическое значение соединений азота. Азотные удобрения. Классификация, ассортимент, основы производства, состав газовых выбросов и сточных вод производства.

Формы содержания фосфора в почвах и живом веществе. Агрохимическое значение соединений фосфора. Фосфорные удобрения. Классификация, ассортимент, основы производства, состав газовых выбросов и сточных вод производства. Химический состав и товарные свойства фосфоритной муки, простого и двойного суперфосфата, преципитата, обесфторенного фосфата.

*Лекция 7. Химическое воздействие производства и применения черных и цветных металлов на окружающую среду.* Общие способы получения металлов: пирометаллургия, гидрометаллургия, электрометаллургия. Классификация металлов. Важнейшие сплавы на основе железа. Доменное производство: сырье и его подготовка, производство кокса; химические процессы в доменной печи; состав и утилизация газовых выбросов и твердых отходов. Сталь: отличия от чугуна, способы переработки чугуна в сталь, прямое (внедоменное) получение стали. Состав газовых выбросов, утилизация твердых отходов. Алюминий: производство глинозема, получение алюминия электролизом глинозема, рафинирование алюминия, состав газовых выбросов, утилизация твердых отходов. Гальванические процессы в машиностроении. Состав сточных вод гальванических производств.

*Лекция 8. Загрязнение окружающей среды предприятиями основного органического синтеза и нефтепереработки.* Переработка нефти. Первичные и

вторичные процессы переработки нефти. Прямая перегонка нефти. Подготовка нефти. Сущность метода и принципиальная схема двухступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Состав продуктов прямой перегонки нефти. Моторные топлива, октановое и цетановое число. Крекинг нефтепродуктов. Термический крекинг. Каталитический крекинг. Сырьё, катализаторы, химические реакции, протекающие на катализаторе. Оптимальные условия. Каталитический риформинг нефтепродуктов: цели, сырьё, применяемые катализаторы. Основные химические реакции. Переработка газообразного топлива. Классификация газообразного топлива. Природный газ: состав, месторождения, применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, примеры их использования в качестве топлива и химического сырья.

*Лекция 9. Стойкие органические загрязнители.* Определение СОЗ, критерии отнесения веществ к группе. Диоксины: структурные формулы, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция. ПХБ: структурные формулы, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция. ПАУ: структурные формулы, классификация, важнейшие физико-химические, химические свойства, поведение в ОС, источники, миграция.

*Химические процессы в ядерном топливном цикле.* Ядерное топливо, этапы ЯТЦ, протекающие физико-химические и химические процессы, реакции образования газообразных, жидких и твердых продуктов деления и отходов.

## **Лабораторные занятия**

### **Занятие 1**

#### ***Общие сведения о загрязнении биосферы***

##### *Вопросы для подготовки*

1. Что такое «загрязнение», «загрязнитель»?
2. Какие виды загрязнений Вам известны? Что отличает химическое загрязнение от других видов?
3. Перечислите важнейшие природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы.
4. Перечислите важнейшие природные и антропогенные источники загрязнения гидросферы.
5. Перечислите важнейшие природные и антропогенные источники загрязнения почвенного покрова.
6. Что такое «источник», «сток», «время пребывания вещества», «время жизни вещества» в определенном резервуаре?

### **Занятие 2**

#### ***Строение и состав атмосферы***

##### ***Теоретические вопросы***

1. Атмосфера: определение, значение, границы, главные отличительные черты.
2. Способы выражения содержания газов в атмосфере.
3. Различия в химическом составе слоев атмосферы.
4. Термическая стратификация атмосферы.
5. Устойчивость атмосферы.
6. Отбор проб атмосферного воздуха для лабораторного анализа.
7. Классификация газоанализаторов по принципу работы.
8. Качественный и количественный экспресс-анализ газов.

### **Занятие 3**

#### ***Фотохимические процессы в стратосфере***

### ***Теоретические вопросы***

1. Пространственно-временное распределение озона; озоновый слой; функции озонового слоя.
2. Механизм образования озона в стратосфере.
3. Каталитические циклы разрушения озона: азотный, хлорный, бромный, водородный, их сравнительная характеристика.
4. Проблема фреонов: понятие о фреонах, свойства и сферы применения, номенклатура, озонразрушающие потенциалы.
5. Озоновые дыры: определение, последствия истощения озонового слоя для биоты.
6. Международные соглашения по защите озонового слоя.
7. Механизм возникновения озоновых дыр над Антарктидой.

### **Занятие 4**

#### ***Превращения газовых примесей в тропосфере***

##### ***Теоретические вопросы***

1. Особенности химии тропосферы. Классификация процессов окисления МГС.
2. Фотооксиданты: определение; источники и стоки гидроксидного и гидропероксидного радикалов.
3. Озон в тропосфере: экзогенный и эндогенный; источники и стоки оксидов азота в тропосфере.
4. Смог: определение, классификация.
5. Фотохимический смог: условия образования, состав, свойства.
6. Кислотные осадки: определение; основные кислотообразующие компоненты тропосферы; источники, пути окисления и стоки диоксида серы; пути окисления оксида азота в тропосфере.
7. Седиментация кислотных осадков; их действие на водоемы, почвы и растения.

##### ***Лабораторная работа***

- Определение состава атмосферных осадков: хлорид-ионов; сульфатов; нитратов.

### **Занятие 5**

#### ***Состав атмосферы и климат планеты***

##### ***Теоретические вопросы***

1. Основные факторы климатообразования. Тепловой баланс Земли.
2. Парниковый эффект: определение, механизм возникновения; роль.
3. Парниковые газы: условия включения газа в данную группу; отдельные представители (источники, стоки, вклад в усиление парникового эффекта).
4. Международные соглашения по ограничению выбросов парниковых газов.
5. Атмосферные аэрозоли и климат Земли.

### **Занятие 6**

#### ***Химия главных ионов природных вод***

##### ***Лабораторная работа***

1. Определение карбонатов и гидрокарбонатов.
2. Определение хлорид-ионов.

##### ***Вопросы и задачи***

1. Какие два имеющиеся в природе вещества обуславливают появление у природных вод временной жесткости?
2. В каких случаях жесткость воды является вредной и почему?
3. Толщи известняка на земной поверхности и под землей медленно размываются почвенными водами, содержащими растворенный углекислый газ. Определите массу карбоната кальция, который может превратиться в растворимый карбонат кальция под действием воды, содержащей 10 моль растворенного углекислого газа, если выход в реакции считать равным 90%.



**Занятие 7**  
**Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере**  
**Лабораторная работа**

1. Определение растворенного кислорода.
2. Определение перманганатной окисляемости.

**Вопросы**

1. Каковы, на Ваш взгляд, источники *растворенного кислорода* в природных водах? На какие процессы он может расходоваться?
2. Как могут проходить процессы окисления в бескислородной среде?
3. От каких факторов зависит содержание растворённого кислорода в поверхностных водах?
4. Как изменяется содержание растворённого кислорода в воде океана в зависимости от глубины?
5. Перечислите возможные окислители и восстановители в природных водах. Приведите примеры окислительных процессов без участия кислорода.
6. Как определяют содержание растворенного кислорода по методу Винклера? Каковы особенности отбора проб и их фиксации?
7. Каковы нормы качества воды в водоемах по растворенному кислороду?
8. Что такое «БПК»? Как определяют величину этого показателя?
9. Каковы нормы качества воды в водоемах по величине БПК? (см. табл. 3.6 и 3.7).
10. Что характеризует *перманганатная окисляемость*? Как проводят приблизительную оценку и более точное определение этого показателя?

**Занятие 8**  
**Самоочищение и эвтрофикация природных вод**  
*Вопросы для самоподготовки*

1. На какие группы делят процессы самоочищения природных вод?
2. Какие процессы называют коагуляцией? Флокуляцией?
3. Какие компоненты природных вод называют биогенными?
4. Назовите основные формы соединений азота в природных водах и их источники.
5. Назовите основные формы соединений фосфора в природных водах и их источники.
6. Назовите основные формы соединений железа в природных водах и их источники.
7. Назовите основные формы соединений кремния в природных водах и их источники.
8. Что такое эвтрофикация? Какие факторы лимитируют этот процесс?
9. Как классифицируют водоемы по количеству питательных веществ в их водах?
10. Охарактеризуйте последствия эвтрофикации водоемов для их обитателей.

*Лабораторные работы*

1. Определение нитратов.
2. Определение нитритов.
3. Определение аммонийных ионов и аммиака.

**Занятие 9**  
**Тяжелые металлы как загрязнители гидросферы**  
**Вопросы для самоподготовки**

1. Какие металлы относят к группе тяжёлых?
2. Охарактеризуйте их химические свойства, формы нахождения в водных экосистемах.
3. Как рассчитывают интегральный показатель – индекс загрязнения воды?

*Лабораторные работы*

1. Качественное определение тяжелых металлов.
2. Определение ионов свинца.

## Занятие 10

### *Химический состав почв*

#### *Теоретические вопросы*

1. Почвы. Основные механизмы почвообразования.
2. Классификация почв. Составные части почв.
3. Кислотность и щелочность почв.
4. Виды поглотительной способности почв.

#### *Лабораторная работа*

Определение рН почвы.

Определение содержания карбоната кальция в известковом удобрении

## Занятие 11

### *Химические и физико-химические процессы в почвах*

#### *Вопросы*

1. В чем сходство и различие процессов выветривания и почвообразования?
2. Каковы главные особенности физико-химических процессов, происходящих в почве?
3. В чем состоит проблема засоления почв и каковы ее причины?
4. Какие условия необходимы для процессов денитрификации?
5. Что такое азотфиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация? Какие соединения азота участвуют в этих процессах?
6. Напишите химические формулы и названия ионных форм азота, усваиваемых корневой системой растений.
7. Как называется процесс микробиологического восстановления нитрат-ионов до молекулярного азота?
8. Как называется происходящий в почвах процесс превращения аммиака и катионов аммония в нитраты?
9. Как называется происходящий в почвах процесс превращения органических соединений азота в аммиак и соединения аммония?
10. Какие глобальные проблемы связаны с чрезмерным использованием азотных удобрений? Приведите примеры соответствующих химических реакций.
11. Охарактеризуйте основные источники и пути трансформации соединений фосфора в почвах.
12. По каким признакам классифицируют пестициды? Приведите примеры.
13. Малотоксичный препарат для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур можно приготовить из древесной золы. Для этого её насыпают в емкость, смешивают с водой, кипятят в течение часа, охлаждают, фильтруют, добавляют 10-20 г мыла. Что является действующим началом в этом препарате? К какой группе пестицидов его можно отнести? С какой целью вводят мыло?
14. Почему применение ДДТ запрещено в большинстве стран?
15. Какие требования предъявляют к современным пестицидам?
16. Каковы главные формы аккумуляции металлов в почвах?
17. Какие две противоположно направленные функции выполняет гумус почвы по отношению к рассеянными металлам?
18. Каковы главные условия усиления миграции в почвах?

## Занятия 12-13

### *Производство и использование минеральных удобрений как потенциальная угроза окружающей среде*

#### *Лабораторная работа*

**Качественное распознавание минеральных удобрений  
как возможных загрязнителей почв и сельхозпродукции**

**Вопросы**

1. Запишите схемы химических реакций, протекающих в производстве: а) аммиачной селитры; б) мочевины; в) двойного суперфосфата; г) нитроаммофоса; д) нитроаммофоски.
2. Какие загрязняющие вещества могут попасть в окружающую среду при ненадлежащей очистке газовых выбросов и сточных вод предприятий по выпуску минеральных удобрений?
3. Напишите уравнения реакций, используемых в промышленности для получения следующих азотных удобрений: а) натриевая селитра; б) кальциевая селитра; в) аммиачная селитра; г) сульфат аммония; д) мочевина.
4. Вычислите степени окисления азота в следующих минеральных удобрениях: жидкий аммиак, натриевая селитра, мочевина. Запишите химические формулы этих удобрений в порядке возрастания степени окисления азота.
5. Какие глобальные проблемы связаны с чрезмерным использованием азотных удобрений? Приведите примеры соответствующих химических реакций.
6. Имеются три набора азотных удобрений: 1) натриевая и аммиачная селитры; 2) аммиачная селитра и сульфат аммония; 3) натриевая и кальциевая селитры. Предложите, как наиболее коротким путем отличить одно удобрение от другого в данном наборе. Запишите уравнения реакций.
7. В виде каких ионов фосфор усваивается растениями? Какие фосфорные удобрения вы знаете? Каков их химический состав?
8. Почему фосфоритную муку целесообразно вносить в почву до посева?
9. Почему внесенная в почву фосфоритная мука действует в течение нескольких лет?
10. Почему некоторые фосфорные удобрения (фосфоритная мука, преципитат, красный фосфор), внесенные в почву, сохраняют свои питательные свойства в течение нескольких лет, а калийные удобрения нужно вносить в почву ежегодно?
11. Какие питательные элементы содержатся в комплексных удобрениях: фосфат калия, калийная селитра, аммофос (дигидрофосфат аммония)? Какова массовая доля каждого питательного элемента в этих удобрениях?
12. На какие группы по назначению делят пестициды?
13. Как классифицируют пестициды по химическому составу?
14. Почему применение ДДТ запрещено в большинстве стран?
15. Какие требования предъявляют к современным препаратам?
16. Требуется экспериментально распознать калийные удобрения: хлорид калия, сильвинит, сульфат калия, калимагнезию. Как это сделать? Запишите уравнения соответствующих реакций.

- коковского газа? Какие физико-химические процессы происходят на каждой стадии его очистки?
7. Какие загрязнители образуются в доменном производстве? Какое воздействие на окружающую среду они могут оказать?
  8. Какие химические процессы протекают при переделе чугуна в сталь? Какие загрязнители в них образуются?
  9. Обсудите сырье и химические процессы производства глинозема и алюминия. Какие загрязнители образуются в этой отрасли?
  10. С какими целями на машиностроительных предприятиях используют гальванические процессы? В каких средах они обычно проходят? Какие загрязнители накапливаются в сточных водах?
  11. Предложите химические и физико-химические методы удаления из сточных вод машиностроительных предприятий: а) соединений алюминия, б) соединений хрома; в) соединений железа; г) взвешенных веществ; д) минеральных кислот.
  12. Оксид хрома(VI), хроматы и дихроматы щелочных металлов широко используют для хромирования металлических изделий, в производстве кожи и т.д. Сточные воды этих производств содержат соли хрома(III), иногда с примесью более ядовитых производных хрома(VI). Обычно такие сточные воды обрабатывают восстановителями в присутствии щелочных агентов, выпадающие в осадок соединения хрома(III) направляют для дальнейшей переработки. Таким образом, существующая технология многостадийна и экологически опасна. Для того, чтобы возвращать хром(VI) в производство, и, следовательно, делать его безотходным, была предложена идея – окислять соединения хрома(III) озоном в кислой среде. Напишите уравнения реакции. Чем выгодно применение озона в качестве окислителя? Какой еще окислитель удобно использовать? Какое соединение хрома(VI) наиболее рентабельно использовать в замкнутом цикле?

### **Занятие 15**

#### ***Загрязнение окружающей среды предприятиями основного органического синтеза и нефтепереработки***

##### *Вопросы для подготовки*

1. Каков состав нефти?
2. Охарактеризуйте химические и физико-химические аспекты переработки нефти: а) прямой перегонки, б) крекинга, в) риформинга.
3. Укажите основные компоненты газовых выбросов и сточных вод таких производств. Какова их дальнейшая судьба в окружающей среде?
4. Какие загрязнители могут образоваться в процессах добычи и переработки природных газов?

### **Занятие 16**

#### **Стойкие органические загрязнители**

##### ***Вопросы и упражнения***

1. По каким критериям вещества относят к группе стойких органических загрязнителей?
2. По какому структурному признаку объединяют в одну группу диоксины?
3. Почему диоксины относятся к чрезвычайно опасным соединениям?
4. Каковы возможные антропогенные источники диоксинов?
5. Каковы особенности миграции диоксинов в окружающей среде?
6. По какому структурному признаку объединяют в одну группу ПХБ?
7. Каковы возможные источники ПХБ?
8. Каковы особенности миграции ПХБ в окружающей среде?
9. Что общего в строении полиароматических углеводородов? По какому признаку их классифицируют? Приведите примеры.

10. В каких процессах образуются ПАУ?
11. Каковы особенности миграции ПАУ в окружающей среде?

### **Занятие 17**

#### *Поверхностно-активные вещества как важный загрязнитель гидросферы*

##### *Вопросы для подготовки*

1. Какие вещества называют поверхностно-активными? На какие группы их разделяют?
2. Приведите в общем виде примеры наиболее распространенных анионных ПАВ, катионных, неионогенных.
3. Укажите возможные источники ПАВ в гидросфере.
4. Каковы способы очистки сточных вод от ПАВ?
5. К каким нарушениям в экосистемах может привести попадание в них сточных вод, содержащих ПАВ?

#### **Лабораторная работа**

##### *Определение поверхностно-активных веществ в сточных водах*

### **Занятие 18**

#### *Химические процессы в ядерном топливном цикле*

##### *Вопросы для подготовки*

1. Каким образом на АЭС вырабатывается электрический ток? Что является топливом в современных ядерных реакторах?
2. Перечислите звенья ЯТЦ.
3. Охарактеризуйте химические превращения, протекающие на каждом этапе.
4. Какие загрязнители атмосферы и гидросферы могут образоваться на каждом из этапов?
5. Каковы возможные пути их обезвреживания?

#### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов осуществляется в различных формах (коллективной, групповой, индивидуальной) и видах (работа с литературой, выполнение разнообразных упражнений, химический эксперимент и т.д.)

Перед выполнением *лабораторных работ* студенты знакомятся с литературой по соответствующему разделу курса. Название, цели, задачи работы, перечень необходимого оборудования и реактивов, краткое описание методики проведения эксперимента студенты заносят в лабораторный журнал до начала работы и предъявляют преподавателю. После выполнения работы студенты записывают наблюдения и делают выводы. Оформленный лабораторный журнал сдается преподавателю на проверку.

Для успешного освоения материала следует обязательно выполнять письменные тренировочные задания, при подготовке к письменным опросам повторять все записи химических схем и уравнений.

### 6. Фонд оценочных средств

Компетенция	Этапы формирования (семестр)	Дисциплина	Критерии	Показатели (по уровням)
<p>ПК-18 - владением знаниями в области теоретических основ геохимии и геофизики окружающей среды, основ природопользования, экономики природопользования, устойчивого развития</p>	<p>6 семестр</p>	<p>Б1.В.ОД.9 Химические процессы в техносфере</p>	<p><b>Знаниевый</b></p>	<p><b>Отлично:</b> студент в полном объеме знает пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы  <b>Хорошо:</b> студент на достаточном знает пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, допускает незначительные ошибки.  <b>Удовлетворительно:</b> студент имеет поверхностные знания о путях миграции загрязнителей, этапах их трансформации, путях и способах выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, допускает многочисленные ошибки, не может привести примеры.  <b>Неудовлетворительно:</b> студент не знает пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы</p>
			<p><b>Деятельностный</b></p>	<p><b>Отлично:</b> студент умеет самостоятельно пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания; студент на высоком уровне владеет методами оценки экологической ситуации.  <b>Хорошо:</b> студент умеет пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания; на достаточном уровне владеет методами оценки экологической ситуации, допускает незначительные ошибки.  <b>Удовлетворительно:</b> студент слабо умеет пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания; слабо владеет методами</p>

				оценки экологической ситуации, допускает значительные ошибки <b>Неудовлетворительно:</b> студент не умеет пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания; студент не владеет методами оценки экологической ситуации.
ОПК-2 - владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации	6 семестр	Б1.В.ОД.9 Химические процессы в техносфере	<b>Знаниевый</b>	«Отлично»: в полном объеме знает закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы; состав и свойства продуктов взаимодействия загрязняющих веществ и их производных с компонентами окружающей среды и между собой; пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов. <b>Хорошо:</b> на достаточном уровне знает закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы; состав и свойства продуктов взаимодействия загрязняющих веществ и их производных с компонентами окружающей среды и между собой; пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов, допускает незначительные ошибки. <b>Удовлетворительно:</b> слабо знает закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы; состав и свойства продуктов взаимодействия загрязняющих веществ и их производных с компонентами окружающей среды

				<p>и между собой; пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов, допускает значительные ошибки, не может привести примеры</p> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b> не знает закономерности и условия взаимодействия загрязнителей с компонентами окружающей среды и объектами техносферы; состав и свойства продуктов взаимодействия загрязняющих веществ и их производных с компонентами окружающей среды и между собой; пути миграции загрязнителей, этапы их трансформации, пути и способы выноса из атмосферы, гидросферы и литосферы, свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов.</p>
			<b>Деятельностный</b>	<p><b>«Отлично»:</b> умеет самостоятельно прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания, вызванной трансформацией или миграцией загрязнителей; проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять изменение концентраций при протекании химических реакций; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания. На высоком уровне владеет навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде; методами оценки экологической ситуации.</p> <p><b>Хорошо:</b> умеет достаточно самостоятельно прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания, вызванной трансформацией или миграцией загрязнителей; проводить расчеты концентрации растворов различных соединений,</p>



			<p>определять изменение концентраций при протекании химических реакций; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания. На достаточном уровне владеет навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде; методами оценки экологической ситуации.</p> <p><b>Удовлетворительно:</b> слабо умеет прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания, вызванной трансформацией или миграцией загрязнителей; проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять изменение концентраций при протекании химических реакций; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания. слабо владеет навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде; методами оценки экологической ситуации, допускает значительные ошибки.</p> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b> не умеет прогнозировать развитие негативной ситуации в среде обитания, вызванной трансформацией или миграцией загрязнителей; проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять изменение концентраций при протекании химических реакций; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; пользоваться основными средствами контроля качества среды обитания. Не владеет навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде; методами</p>
--	--	--	--

				оценки экологической ситуации.
--	--	--	--	--------------------------------

## Оценочные средства (примеры)

### Примеры заданий письменных опросов

#### Вариант 1

1. Что такое «источник», «сток», «время пребывания», «время жизни» примесей в атмосфере?
2. Охарактеризуйте хлорный цикл разрушения озона.
3. Что такое «фотооксиданты»? Каковы источники и механизм образования тропосферного озона?
4. Каковы источники диоксида серы в атмосфере? Как может происходить его окисление?
5. Каковы особенности химических процессов в тропосфере?
6. Какая масса углекислого газа выделится в атмосферу при действии на известняк  $100 \text{ м}^3$  дождевой воды с  $\text{pH}=4$ ?

#### Вариант 2

1. Приведите примеры гидролиза солей в природных или сточных водах.
2. Перечислите возможные окислители и восстановители в природных водах. Приведите примеры окислительных процессов без участия кислорода.
3. Назовите основные формы соединений азота в природных водах и их источники.
4. Перечислите основные химические процессы, происходящие с соединениями тяжелых металлов в гидросфере.
5. Рассчитайте жесткость минеральной воды «Нарзан», если в объеме 1 л содержатся ионы кальция массой 0,3894 г и ионы магния массой 0,0884 г.

#### Вариант 3

1. Охарактеризуйте составные части почв: почвенный раствор, почвенный воздух, твёрдая фаза почв.
2. Как называется процесс микробиологического восстановления нитрат-ионов до молекулярного азота?
3. На какие группы по назначению делят пестициды?
4. Запишите схемы химических реакций, протекающих в производстве аммиачной селитры. Какие загрязняющие вещества могут попасть в окружающую среду при ненадлежащей очистке газовых выбросов и сточных вод предприятий по выпуску этого удобрения?
5. Рассчитайте дозу сульфата калия (в ц/га) для получения урожая озимой ржи в 20 ц/га, если на 1 ц зерна необходимо 2,9 кг  $\text{K}_2\text{O}$ . Учтите, что 18 кг  $\text{K}_2\text{O}$  может быть взято из почвы, коэффициент использования удобрения 0,6, массовая доля  $\text{K}_2\text{O}$  в удобрении – 45%.

#### Примеры вопросов, заданий и упражнений для лабораторных занятий

1. Укажите источники озона в тропосфере. Приведите уравнения реакций.
2. Дайте характеристику природных и антропогенных источников поступления соединений азота в атмосферу. Как протекает их окисление и сток из тропосферы?
3. Сравните состав и условия образования смогов лондонского и лос-анджелесского типа.
4. При каких значениях водородного показателя атмосферные осадки могут классифицироваться как «кислые»? Ответ поясните.
5. Агрегат по производству серной кислоты выбрасывает в течение часа в атмосферу  $17 \text{ м}^3$  газов ( $\varphi(\text{SO}_2)=16\%$ ). Определите массу оксида серы(VI), выбрасываемого в атмосферу за сутки, и массу аммиачного поглотителя (в виде  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), необходимого для поглощения этого оксида серы.

6. Предельно допустимая концентрация сероводорода в атмосфере промышленных зданий составляет 10 мг H<sub>2</sub>S на 1 м<sup>3</sup> воздуха при 20°C. Какой способ выражения состава газового раствора задан этим значением? Рассчитайте предельно допустимую массовую долю (%) сероводорода в воздухе (M = 29,08 г/моль) при нормальном атмосферном давлении.
7. ПДК диоксида углерода в воздухе рабочей зоны равна 20 мг/м<sup>3</sup>. Концентрация диоксида углерода, измеренная автоматическим газоанализатором, составила 0,005% об. Превышает ли фактическая концентрация норму?
8. Современное содержание N<sub>2</sub>O в атмосфере составляет 0,28 млн<sup>-1</sup>. Рассчитайте его концентрацию в моль/л.
9. Какова минимальная суммарная масса каждого из перечисленных металлов, которые могут ежедневно проходить через городскую сеть водоснабжения мощностью 1 10<sup>7</sup> л в день, если концентрация этих металлов не должна превышать: цинка – 5 мг/л, кадмия – 0,01 мг/л, марганца – 0,05 мг/л, меди – 1 мг/л?
10. Сточные воды одного из цехов содержат 12,6 кг/м<sup>3</sup> хлорида марганца. Объем стоков равен 200 м<sup>3</sup>. Для осаждения марганца используется 1 н раствор щелочи. Определить объем раствора щелочи, необходимый для осаждения марганца.
11. ПДК железа в воде 0,3 мг/л. Содержание железа в водах некоторых объектов Тамбовской области превышено в 4 раза. Это приводит к повышению заболеваемости органов ЖКТ, ишемической болезни сердца. Предложите способы обезвреживания, учитывая, что в данной местности ионы железа находятся в виде гидрокарбоната железа(II), который может перейти в осадок – гидроксид железа(III). Напишите уравнения реакций этого перехода: Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> → Fe(OH)<sub>2</sub> → Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> → Fe(OH)<sub>3</sub>.

### Вопросы к экзамену:

1. Атмосфера: определение, значение, границы, главные отличительные черты.
2. Способы выражения содержания газов в атмосфере.
3. Различия в химическом составе слоев атмосферы.
4. Термическая стратификация атмосферы.
5. Устойчивость атмосферы.
6. Отбор проб атмосферного воздуха для лабораторного анализа.
7. Классификация газоанализаторов по принципу работы.
8. Качественный и количественный экспресс-анализ газов.
9. Пространственно-временное распределение озона; озоновый слой; функции озонового слоя.
10. Механизм образования озона в стратосфере.
11. Каталитические циклы разрушения озона: азотный, хлорный, бромный, водородный, их сравнительная характеристика.
12. Проблема фреонов: понятие о фреонах, свойства и сферы применения, номенклатура, озонразрушающие потенциалы.
13. Озоновые дыры: определение, последствия истощения озонового слоя для биоты.
14. Международные соглашения по защите озонового слоя.
15. Механизм возникновения озоновых дыр над Антарктидой.
16. Особенности химии тропосферы. Классификация процессов окисления МГС.
17. Фотооксиданты: определение; источники и стоки гидроксидного и гидропероксидного радикалов.
18. Озон в тропосфере: экзогенный и эндогенный; источники и стоки оксидов азота в тропосфере.

19. Смог: определение, классификация.
20. Фотохимический смог: условия образования, состав, свойства.
21. Кислотные осадки: определение; основные кислотообразующие компоненты тропосферы; источники, пути окисления и стоки диоксида серы; пути окисления оксида азота в тропосфере.
22. Седиментация кислотных осадков; их действие на водоемы, почвы и растения.
23. Основные факторы климатообразования. Тепловой баланс Земли.
24. Парниковый эффект: определение, механизм возникновения; роль.
25. Парниковые газы: условия включения газа в данную группу; отдельные представители (источники, стоки, склад в усилении парникового эффекта).
26. Международные соглашения по ограничению выбросов парниковых газов.
27. Атмосферные аэрозоли и климат Земли.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### *Основная литература*

*Хаханина, Т. И.* Химия окружающей среды : учебник для академического бакалавриата / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, И. Н. Петухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 233 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00029-0.

### *Дополнительная литература*

1. Анисимова Т.В. Практикум по химии окружающей среды. – Смоленск: СГПУ, 2004.
2. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. – Москва: Мир, 2006.
3. Орлов Д.С. и др. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Трифонов К.И., Девисилов В.А. Физико-химические процессы в техносфере. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010.
5. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: ВЛАДОС, 2001.
6. Химия окружающей среды. Справочные материалы. – Смоленск: СГПУ, 2003.
7. Андрианова М.Ю. Физико-химические основы природных и антропогенных процессов в техносфере. – СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2010.
8. Андруз Дж. и др. Введение в химию окружающей среды. – М.: Мир, 1999.
9. Гусакова Н.В. Химия окружающей среды. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004.
10. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Высшая школа, 1998.
11. Исидоров В.А. Экологическая химия. – СПб.: Химиздат, 2001.
12. Тарасова Н.П. и др. Задачи и вопросы по химии окружающей среды. – М.: Мир, 2002.
13. Человек и среда его обитания: хрестоматия /Под ред. Г.В. Лисичкина и Н.Н. Чернова. – М.: Мир, 2003.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Сетевые ресурсы:

Википедия (<http://www.wikipedia.ru>);  
 Мир химии (<http://www.chemistry.narod.ru>);  
[www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru);  
[www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru).

## **8. Перечень информационных технологий**

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к

современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **9. Материально-техническая база**

- ноутбук ASUS;
- проектор BenQ;
- экран настенный Screen (ауд. 65)
  
- химические столы с подводом воды и электричества;
- вытяжной шкаф;
- лабораторные шкафы;
- муфельная печь;
- сушильный шкаф;
- фотоэлектроколориметр КФК-2;
- весы технические электронные ВМ512М-П
- иономер Эксперт-001 с набором ионселективных электродов;
- источник питания АТН-1335;
- штативы металлические;
- комплект таблиц по химии;
- комплекты посуды (ауд. 1)

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 63140932A1E08352F4BBFDEFD0AA3F30

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 21.09.2022 до 15.12.2023