

**Рабочая программа дисциплины (модуля) «Технология неорганических веществ: минеральные соли и удобрения», включающая оценочные и методические материалы**

**1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)**

**1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	-	-
Профессиональные	-	ПК-3. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
	-	ПК-4. Способен разрабатывать и внедрять инновационные технологические процессы в технологии неорганических веществ

**1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы**

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ПК-3	ПК-3.1	Понимает порядок организации, планирования и проведения технологического процесса и осуществляет его, в том числе с использованием технических средств
	ПК-3.2	Осуществляет измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
	ПК-3.3	Применяет основные принципы, методы и формы контроля технологического процесса и качества продукции, оценивает и интерпретирует полученные результаты
ПК-4	ПК-4.1	Применяет знания по химии и технологии неорганических веществ, теоретические основы технологических процессов получения неорганических веществ различных классов и готовых продуктов на их основе, нормативные требования, предъявляемые к их производству и обороту, и решения иных задач производственной деятельности
	ПК-4.2	Разрабатывает и внедряет инновационные технологические процессы в технологии неорганических веществ

**1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)**

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – приобретение обучающимися углубленных знаний и практических навыков в области физико-химических основ и технологии получения минеральных удобрений и солей и использование их в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен **знать:**

- классификацию и химические свойства продуктов основного неорганического синтеза;
- теоретические основы получения неорганических веществ; механизмы основных неорганических реакций и их общие кинетические закономерности;
- основные типы и конструкции реакторов для проведения процессов;

- методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических веществ;
- системы автоматизированного проектирования технологических процессов и отдельных узлов технологической схемы;
- технологические принципы осуществления химических процессов получения, минеральных солей и удобрений;

**уметь:**

- использовать методы исследования и определения параметров технологичных процессов;
- анализировать взаимосвязь технологических параметров с эффективностью процесса и качеством продукции;
- проводить эксперименты по заданным методикам; анализировать результаты экспериментов;

**владеть:**

- методами расчета необходимых технологических параметров на основе экспериментальных и литературных данных;
- методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов производства неорганических веществ;
- определения параметров математических моделей технологических аппаратов по экспериментальным данным;
- программами для построения и оптимизации технологической схемы;
- методами технико-экономической оптимизации технологических схем.

## 2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

### 2.1. Объем дисциплины (модуля)

<i>Виды учебной работы</i>	<i>Формы обучения</i>
	<i>Очная</i>
<b>Общая трудоемкость:</b> зачетные единицы/часы	6/216
<b>Контактная работа:</b>	112
Занятия лекционного типа	64
Занятия семинарского типа	48
<b>Консультации</b>	0
<b>Промежуточная аттестация</b>	экзамен
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	104

### 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

**Очная форма обучения**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						СР
		Контактная работа						
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Общие сведения о продуктах неорганической химии	16	0	12	0	0	0	26
2.	Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	16	0	12	0	0	0	26
3.	Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	16	0	12	0	0	0	26
4.	Технология основных	16	0	12	0	0	0	26

	минеральных удобрений:							
--	------------------------	--	--	--	--	--	--	--

**Примечания:**

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

**2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ**

**Содержание лекционного курса**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Общие сведения о продуктах неорганической химии	Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны. Роль удобрений в жизни растений.
2.	Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	Равновесие и кинетика в водносолевых и солеплавких системах; Применение диаграмм растворимости в технологии неорганических веществ
3.	Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	Растворение и кристаллизации солей, разделение солей и природных минералов, термообработка. Гигроскопичность и слёживаемость минеральных удобрений.
4.	Технология основных минеральных удобрений:	Производство азотных, калийных, фосфорных, сложных, смешанных и микроудобрений. Экологические аспекты производства различных видов удобрений.

**Содержание занятий семинарского типа**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Общие сведения о продуктах неорганической химии	ПЗ	Роль удобрений в жизни растений. Сырьё и энергия для солевых производств.
2.	Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	ПЗ	Процессы упаривания и растворения в 2-х компонентных системах, построение, расчёты. Процессы охлаждения и нагревания в 2-х компонентных системах, построение, расчёты. Процессы упаривания и растворения в 3-х компонентных системах, построение, расчёты. Процессы охлаждения и высаливания в 3-х компонентных системах, построение, расчёты.
3.	Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	ПЗ	Процессы растворения и кристаллизация солей, методы разделения солей, термообработка. Гигроскопичность минеральных солей, слёживаемость солевых продуктов, способы снижения слёживаемости.
4.	Технология основных минеральных удобрений:	ПЗ	Классификация и свойства минеральных удобрений. Способы производства минеральных удобрений. Азотные удобрения. Калийные удобрения. Фосфорные удобрения. Сложные удобрения. Смешанные и микроудобрения. Экологические аспекты производства различных солей и удобрений.

**Содержание самостоятельной работы**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Общие сведения о продуктах неорганической химии	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
2.	Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
3.	Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами

4.	Технология основных минеральных удобрений:	Изучение лекционного материала, подготовка к занятиям семинарского типа, ознакомление и проработка рекомендованной литературы, работа с электронно-библиотечными системами
----	--	--

### **3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости (в том числе рубежный);
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### **3.1.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости (в том числе рубежного) по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Общие сведения о продуктах неорганической химии	Контрольная работа
2.	Равновесие и кинетика в технологии неорганических веществ	Контрольная работа
3.	Типовые процессы и операции в технологии неорганических веществ	Контрольная работа
4.	Технология основных минеральных удобрений:	Контрольная работа

#### **3.1.1. Типовые контрольные задания**

##### **Контрольный работа**

##### **Контрольная работа № 1**

1. Роль минеральных солей и удобрений в экономике государства.
2. Возобновляемые и не возобновляемые источники сырья.
3. Сырье для производства фосфорных удобрений, генезис, структура, свойства
4. Классификация природных минералов и ресурсы минеральных солей.
5. Целевой компонент и способы его выделения. 3. Физические методы обогащения минерального сырья
6. Взаимосвязь физиологической кислотности удобрений и их растворимости.
7. Влияние генезиса на состав, структуру и свойства сырья.
8. Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны

##### **Контрольная работа № 2**

1. Равновесное состояние водносолевых систем.
2. Понятия фазы, компонентов, степени свободы.
3. Компонентность водносолевых систем.
4. Методы графического построения диаграмм растворимости.
5. Факторы, определяющие кинетику растворения области течения процесса.
6. Выщелачивание целевого компонента из смеси.
7. Кристаллизация солей в водных растворах, движущая сила процесса.
8. Механизм процесса кристаллизации.
9. Факторы, влияющие на стадии кристаллизации солей.

##### **Контрольная работа № 3**

1. Условия получения крупно- и мелкокристаллических осадков.
2. Влияние примесей и сокристаллизация солей.
3. Способы разделения природных минеральных солей, обогащение сырья.
4. Политермическая диаграмма двухкомпонентной системы, способы изображения.
5. Изотермы и области диаграммы двухкомпонентной системы.
6. Правила соединительной прямой и рычага.
7. Расчёты по методу материального баланса.
8. Расчёты по методу неизменного компонента.

## 9. Расчёты по правилу рычага.

### 3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

#### Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

### 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### 3.2.1. Задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

1. Значение продуктов технологии неорганических веществ в экономике страны.
2. Роль удобрений в жизни растений.
3. Равновесие и кинетика в водносолевых и солеплавких системах;
4. Применение диаграмм растворимости в технологии неорганических веществ
5. Растворение и кристаллизации солей, разделение солей и природных минералов, термообработка.
6. Гигроскопичность и слёживаемость минеральных удобрений.
7. Производство азотных, калийных, фосфорных, сложных, смешанных и микроудобрений.
8. Экологические аспекты производства различных видов удобрений.

#### 3.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

##### Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

##### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть

	небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминология

### **Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)**

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

## **4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **4.1. Электронные и (или) печатные учебные издания**

1. Петропавловский, И. А. Химия и основы технологии минеральных удобрений : учебник / И. А. Петропавловский. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2024. - 344 с. - ISBN 978-5-6045308-6-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2134380>. – Режим доступа: по подписке.
2. Свойства, получение и применение минеральных удобрений : учебное пособие / Б. А. Дмитриевский, В. И. Юрьева, В. А. Смелик [и др.]. - Санкт-Петербург : Проспект науки, 2024. - 326 с. - ISBN 978-5-903090-84-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2135944>. – Режим доступа: по подписке.

### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

#### 4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – <http://www.garant.ru/>.

#### 4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### 4.5. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

\* Номер конкретной аудитории указан в расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.