

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН ООП ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
18.03.01 – «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ  
СРОК ОСВОЕНИЯ ООП – 4 ГОДА

Наименование дисциплины	<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (Часть 1-2)</b>
<b>Цели освоения дисциплины</b>	
<p>Целями освоения дисциплины «Химическая технология неорганических веществ» являются развитие у студентов личностных качеств и формирование профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО. Особенностью данной программы бакалавриата является подготовка выпускников, обладающих целостной системой знаний по технологии неорганических веществ, включающей состояние и перспективы развития сырьевой базы, общие закономерности и принципы переработки различных видов сырья для получения неорганических продуктов, принципиальные технологические схемы производства аммиака, метанола, минеральных удобрений, солей, щелочей, кислот, катализаторов и сорбентов, особо чистых веществ и т.д.</p> <p>Бакалавры, успешно освоившие данную дисциплину, могут работать на предприятиях различных форм собственности, деятельность которых связана с технологией неорганических веществ и технологиями, исследование которых является основным научным направлением выпускающей кафедры.</p>	
<b>Место дисциплины в структуре ООП</b>	
<p>Дисциплина относится к Блоку 1 профиля и основывается на изучении ряда дисциплин Блока 1, в том числе «Математики», «Физики», «Общей и неорганической химии», «Аналитической химии и ФХМА», «Физической химии», «Процессов и аппаратов химической технологии», «Общей химической технологии», «Химии твердого тела», «Теоретических основ технологии неорганических веществ».</p>	
<b>Основное содержание</b>	
<b>Модуль 1. Общие сведения о катализе и катализаторах.</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное направление развития химической техники и технологии. Роль и место каталитического процесса в технологической схеме производства.</li> <li>2. Сущность ускоряющего действия катализаторов. Активность и селективность катализаторов.</li> <li>3. Гомолитический и гетеролитический катализ. Примеры.</li> <li>4. Сущность каталитического процесса. Области протекания каталитических процессов (кинетическая, внутридиффузионная и внешнедиффузионная).</li> <li>5. Экзотермический и эндотермический каталитический процессы. Рациональная производственная температура каталитических процессов.</li> <li>6. Режимы ведения каталитического процесса по степени смешения компонентов. Температурный режим процесса (адиабатический, изотермический, политермический).</li> <li>7. Состав катализатора (носитель, промоторы, активаторы).</li> <li>8. Основные физико-химические характеристики катализаторов.</li> <li>9. Регулирование механической прочности катализаторов. Образование и классификация пор в катализаторе и сорбенте.</li> <li>10. Влияние пористости катализатора на протекание химической реакции. Оптимальные форма и размер катализатора.</li> <li>11. Производство катализаторов. Свойства исходных веществ и предъявляемые к ним требования.</li> <li>12. Производство катализаторов методом осаждения. Примеры.</li> <li>13. Катализаторы на носителях, полученные методом пропитки. Примеры.</li> <li>14. Производство катализаторов методом смешения. Примеры.</li> </ol>	
<b>Модуль 2. Производство аммиака, водорода, соединений связанного азота, ацетилена.</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сырьевая база для производства водорода и соединений связанного азота. Преимущества и недостатки водорода как топлива-сырья будущего.</li> <li>2. Способы получения водорода электролизом воды (электролиз, термохимический и комбинированный методы).</li> <li>3. Производство водорода и азото-водородной смеси (ABC) методом глубокого охлаждения. Газификация топлив.</li> <li>4. Химические методы получения водорода и азото- водородной смеси (ABC).</li> <li>5. Методы фиксации атмосферного азота.</li> <li>6. Производство аммиака. Общая характеристика и физико-химические основы процесса</li> <li>7. Принципиальная технологическая схема производства аммиака. Основные стадии, технологический режим, катализаторы.</li> <li>8. Теоретические основы и принципиальная технологическая схема получения метанола.</li> <li>9. Синтез Фишера-Тропша. Варианты осуществления процесса.</li> <li>10. Производство аммиачной селитры.</li> <li>11. Производство карбамида.</li> <li>12. Производство ацетилена.</li> <li>13. Получение ацетальдегида прямой гидратацией ацетилена.</li> </ol>	

**Модуль 3. Технология кислот и особо чистых веществ.**

1. Получение уксусной кислоты.
2. Теоретические основы и технологическая схема производства синильной кислоты.
3. Сырье для производства серной кислоты. Применение серной кислоты. Стандарты на серную кислоту и олеум.
4. Элементарная сера как важнейший источник сырья для получения серной кислоты. Методы получения регенерированной серы.
5. Технологическая схема получения серной кислоты из элементарной серы.
6. Теоретические основы получения азотной кислоты. Катализаторы процесса.
7. Технологическая схема получения азотной кислоты под единым давлением 0,716 МПа.
8. Получение особо чистых веществ и реактивов. Классификация примесей.
9. Химические и физические примеси. Влияние внешних загрязнителей на процессы глубокой очистки веществ.
10. Адсорбционная очистка веществ. Адсорбционные свойства углей, силикагелей и т.д.
11. Принципиальная схема производства пищевой углекислоты из отходящих газов.
12. Получение особо чистых веществ методом химических транспортных реакций.
13. Принципиальная технологическая схема глубокой очистки экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) методом экстракции.

**Модуль 4. Основные понятия и определения в технологии минеральных удобрений; классификация минеральных удобрений. Сырьевые источники для их получения.**

1. Роль удобрений в развитии растений (основные питательные элементы; количества основных питательных элементов в тканях растений; роль питательных элементов в жизни и развитии растений; унос удобрений из почвы и восполнение их запасов). Макро- и микропитательные элементы. Ретроградация.

2. Классификация удобрений:

- по происхождению (минеральные; органические; органо- минеральные; бактериальные);
- по назначению (срокам внесения) (основные; припосевные; подкормки);
- по составу (азотные; фосфорные; калийные; магниевые; борные и т.д.);
- по способам получения (смешанные; сложные), антагонизм и синергизм удобрений;
- по свойствам;

а) прямые, косвенные

прямые:

- однокомпонентные (простые);
- многокомпонентные (комплексные);

а) двойные; тройные (полные);

б) концентрированные;

высококонцентрированные;

в) уравновешенные;

г) безбалластные;

б) по агрегатному состоянию:

- твердые (порошковидные; кристаллические; гранулированные);
- жидкие;
- газообразные.

3. Классификация удобрений по степени растворимости P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:

- водорастворимые; цитратнорастворимые; лимоннорастворимые; трудно- или нерастворимые.

Способы определения форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в удобрениях.

4. Сырье для производства минеральных удобрений. Апатиты; фосфориты; калийсодержащие минералы, залежи солей, рассолы; углерод- водород- кислород – из природных источников; азот– из атмосферы воздуха.

5. Комплексная переработка сырья. Общие закономерности и основные принципы переработки минерального сырья для получения неорганических продуктов. Комбинирование производств, выпускающих удобрения и сырье для них. Роль вторичных материальных ресурсов для производства неорганических веществ.

6. Основные способы переработки природных фосфатов. Химические:

- кислотное разложение;
- восстановление углеродом в присутствии кремния;
- термическая обработка.

Механические:

- измельчение фосфоритов с последующей классификацией фракций с целью получения фосфоритной муки.

Применение фосфора и фосфатов (в качестве минеральных удобрений; в качестве кормовых фосфатов (примеры)).

7. Технические требования к фосфатному сырью:

- содержание  $P_2O_5$ ;
  - содержание полуторных оксидов железа и алюминия;
  - содержание соединений магния;
  - содержание карбонатов;
  - содержание диоксида кремния;
  - гранулометрический состав.
- 8. Роль калия в развитии растений. Виды калийных солей, применяемых в качестве удобрений. Получение хлорида калия из сильвинита флотацией и галургическими методами. Виды, получение и применение бесхлорных калийных удобрений.**
- Модуль 5. Характеристика основных (типовых) технологических процессов в производстве минеральных удобрений, солей и щелочей, их экономическая эффективность.**
1. Характеристика основных (типовых) технологических процессов в производстве минеральных удобрений, солей и щелочей. Их экономическая эффективность.
- А) Обжиг, виды обжига:
- кальцинационный, окислительный, восстановительный, спекание;
  - механизм протекания твердофазных реакций;
  - факторы, влияющие на скорость процесса обжига (температура; измельчение; создание условий, при которых хотя бы один компонент будет находиться в жидком или газообразном состоянии; повышение концентрации реагирующих веществ; перемешивание шихты; влажность; скорость нагрева).
- Б) Растворение, виды растворения:
- физическое, химическое;
  - движущая сила процесса растворения;
  - факторы, влияющие на скорость процесса растворения (температура, площадь контакта фаз, интенсивность перемешивания).
- В) Кристаллизация. Виды кристаллизации:
- политермическая (изогидрическая)– переохлаждение;
  - изотермическая– выпаривание;
  - высаливание– введение веществ, уменьшающих растворимость соли;
  - химическое осаждение.
2. Способы разделения компонентов, находящихся в растворах.
- А) Гетерогенный ионный обмен.
- Б) Экстрагирование.
3. Способы разделения компонентов, находящихся в твердых смесях.
- А) Флотация:
- гидрофобные; гидрофильные частицы;
  - флотореагенты;
  - пенообразователи;
  - селективная флотация.
- Б) Гидросепарация, гравитационная сепарация, магнитная сепарация, электросепарация:
- сущность методов;
  - флотогравитационное обогащение.
4. Основные способы гранулирования минеральных удобрений:
- гранулирование из порошков
  - окатывание (структурирование);
  - экструзионное формование;
  - прессование (таблетирование);
  - гранулирование из концентрированных растворов и суспензий
  - прилирование (виды грануляторов);
  - смешение с ретуром (аппараты БГС и КС).
- Модуль 6. Термические процессы в неорганической технологии; принципы получения фосфора, термической фосфорной кислоты, кормовых фосфатов.**
1. Преимущества и недостатки получения термической фосфорной кислоты по сравнению с экстракционной.
- Преимущества:
- возможность получения концентрированной фосфорной кислоты (вплоть до 100,00 %  $P_2O_5$ );
  - возможность получения кислоты с высокой степенью чистоты;
  - возможность использования практически любых фосфатов, в том числе и низкокачественных.
- Недостатки:
- высокая стоимость кислоты из-за большого расхода электроэнергии при получении фосфора;
  - опасность выбросов высокотоксичного печного газа в атмосферу цеха вследствие негерметичности оборудования.

2. Физико-химические основы получения фосфора:

- основные реакции;
- параметры, влияющие на скорость взаимодействия (температура; модуль кислотности; скорость введения  $\text{SiO}_2$  для связывания  $\text{CaO}$  в  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ).

3. Блок-схема производства желтого фосфора. Содержание фосфора в готовом продукте в зависимости от марки.

4. Физико-химические основы получения термической фосфорной кислоты. Одноступенчатый и двухступенчатый способы получения термической фосфорной кислоты – их достоинства и недостатки.

5. Блок – схема производства термической фосфорной кислоты двухступенчатым методом.

6. Термическая переработка природных фосфатов. Кормовые фосфаты:

- основные реакции, протекающие при гидротермальной обработке фосфатного сырья;
- требования к количеству и составу примесей в кормовых фосфатах;
- формы  $\text{P}_2\text{O}_5$ , образующиеся в результате гидротермической обработки фосфатов.

**Модуль 7. Кислотные способы переработки фосфатного сырья. Принципиальные технологические схемы производства продуктов основного неорганического синтеза.**

1. Сернокислотное разложение природных фосфатов :

- основные реакции;
- влияние примесей, содержащихся в сырье, на процесс сернокислотного разложения;
- способы удаления примесей из сырья;
- формы сульфата кальция в системе  $\text{CaSO}_4$ -  $\text{H}_3\text{PO}_4$ -  $\text{H}_2\text{O}$ , от чего зависит, в какой форме кристаллизуется сульфат кальция.

2. Физико-химические основы получения простого суперфосфата

- основные операции (стадии) получения простого суперфосфата;
- разложение фосфата серной кислотой (стадии разложения; норма серной кислоты; концентрация серной кислоты; температура ведения процесса);
- показатели производства: коэффициент разложения фосфатного сырья, выход суперфосфата.

3. Нейтрализация свободной кислотности простого суперфосфата:

- обработка добавками, легко разлагаемыми фосфорной кислотой;
- аммонизация простого суперфосфата.

4. Блок-схема производства простого суперфосфата камерным методом.

5. Физико-химические основы обезвреживания и утилизации газовых выбросов фосфатных производств:

- основные реакции;
- влияние различных факторов на количество фторидов, извлекаемых в газовую фазу при получении суперфосфатов;
- водная абсорбция фторидных газов.

6. Блок-схема водной абсорбции фторидных газов в производстве суперфосфатов.

7. Физико-химические основы получения экстракционной фосфорной кислоты:

- режимы получения ЭФК (дигидратный; полугидратный; ангидридный);
- факторы, влияющие на фильтруемость суспензии;
- технологические параметры производства (технологический выход; коэффициент извлечения; коэффициент отмывки).

8. Блок- схема производства ЭФК дигидратным способом.

9. Физико-химические основы процесса концентрирования экстракционной фосфорной кислоты.

10. Блок-схема процесса концентрирования экстракционной фосфорной кислоты.

11. Физико-химические основы получения двойного суперфосфата:

- основные реакции разложения фосфатов фосфорной кислотой;
- стадии получения двойного суперфосфата;
- содержание форм  $\text{P}_2\text{O}_5$  в двойном суперфосфате.

12. Блок-схема получения двойного суперфосфата камерным способом.

13. Блок-схема получения двойного суперфосфата поточным способом.

14. Физико-химические основы получения дикальцийфосфата (преципитата) :

- основные реакции, протекающие при получении преципитата;
- стадии получения преципитата;
- состав кормового дикальцийфосфата.

15. Физико-химические основы получения монокальцийфосфата.

- основные реакции, протекающие при получении монокальцийфосфата;
- стадии получения монокальцийфосфата.

16. Физико-химические основы азотнокислотной переработки фосфатного сырья:

- основные реакции;
- кинетика разложения фосфатов азотной кислотой;

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН ООП ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
18.03.01 – «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ  
СРОК ОСВОЕНИЯ ООП – 4 ГОДА

- анализ влияния условий ведения процесса (температуры, концентрации, нормы азотной кислоты и др.) на скорость разложения фосфатов и степень извлечения  $P_2O_5$ .

17. Методы переработки азотнокислотной вытяжки и получения сложных удобрений. Способы уменьшения соотношения  $CaO : P_2O_5$ :

- вымораживание (кристаллизация) нитрата кальция;
- введение дополнительного количества фосфорной кислоты (экстракционной или термической);
- осаждение избытка кальция серной кислотой или сульфатами аммония, натрия либо калия;
- осаждение избытка кальция в виде  $CaCO_3$  диоксидом углерода и аммиаком.

18. Блок-схема производства нитроаммофоски с вымораживанием части кальция в виде тетрагидрата нитрата.

19. Блок-схема переработки тетрагидрата нитрата кальция методом его конверсии карбонатом аммония.

#### **Модуль 8. Получение соды и содопродуктов**

1. Физико-химические основы основных промышленных способов получения соды и содопродуктов

- -добыча и очистка самородной соды;
- -переработка нефелиновых руд (алюмосиликаты натрия и калия);
- -переработка поваренной соли по аммиачному способу Сольве.

Основные реакции, протекающие при проведении процессов получения соды и содопродуктов.

2. Блок-схема производства кальцинированной соды по аммиачному способу Сольве.

3. Физико-химические основы получения каустической соды. Методы производства  $NaOH$  и их сравнительная характеристика. Физико-химические основы производства гидроксида натрия каустификацией содового раствора.

#### **Формируемые компетенции**

способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

- готовность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-3);

- способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10).

#### **Образовательные результаты**

знать:

- структуру отрасли технологии неорганических веществ, номенклатуру выпускаемой продукции, контроль ее качества, сырьевую базу промышленности неорганических веществ, свойства и показатели качества исходного сырья; основные направления развития неорганической технологии; классификацию технологических процессов; общие закономерности и основные принципы комплексной переработки минерального сырья для получения неорганических продуктов; роль вторичных материальных ресурсов для производства неорганических веществ; основной неорганический синтез; получение технических газов и продуктов на их основе (водорода, кислорода, оксидов азота, аммиака, метанола, азотной и серной кислот, карбамида и др.); принципиальные технологические схемы производства продуктов основного неорганического синтеза; основы технологии минеральных солей, щелочей и содопродуктов; номенклатуру минеральных удобрений, их классификацию по видам питательных веществ, содержанию питательных элементов, физиологическому воздействию и т.д.; технологию азотных, фосфорных и калийных удобрений; технологию соды щелочей; получение фосфора, термической фосфорной кислоты, ацетилена, катализаторов; катализаторы и адсорбенты в неорганической технологии, их основные характеристики и методы получения; совершенствование технологических процессов с использованием новых видов катализаторов; классификацию неорганических продуктов по степени их чистоты; получение чистых и особо чистых веществ; экологические проблемы в технологии неорганических веществ;

уметь:

- применять полученные знания при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;

- выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;

- использовать основные химические законы, справочные данные для решения задач синтеза различных неорганических соединений;

- проводить качественный и количественный анализ неорганических соединений с использованием химических и физико-химических методов;

- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выполнять материальные, тепловые и конструктивные расчеты, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;

владеть:

АННОТАЦИИ ДИСЦИПЛИН ООП ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
18.03.01 – «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»  
ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ»  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ – ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ  
СРОК ОСВОЕНИЯ ООП – 4 ГОДА

- методами технологических расчетов отдельных узлов и агрегатов химического оборудования;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами проведения физико-химического анализа сырья, полупродуктов и продуктов неорганических производств и метрологической оценки его результатов;
- общими принципами и технологическими приемами получения основных продуктов неорганического синтеза;
- способами рекуперации и утилизации газовых, жидких и твердых отходов производства неорганических веществ.

**Взаимосвязь дисциплины с профессиональной деятельностью выпускника**

Освоение дисциплины обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной деятельности.

**Ответственная кафедра**

Кафедра технологии неорганических веществ

Начальник УМУ \_\_\_\_\_



Н.Е. Гордина