

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии



Технология минеральных удобрений и солей
Учебный модуль для специальности
04.05.01. – Фундаментальная и прикладная химия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УО ИСХПР

Даниленко Л.Б.Даниленко

«20» 02 2017 г.

Разработали:

Ст. преподаватель каф. ФПХ

Е.Н.Телешова Е.Н.Телешова

Доцент кафедры ФПХ

Е.А.Петухова Е.А.Петухова

«17» 02 2017 г.

Принято на заседании кафедры ФПХ
Протокол № 6 от «21» 02 2017 г.

Зав. кафедрой ФПХ

И.В.Зыкова И.В.Зыкова

«28» 02 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля (УМ)

«Технология минеральных удобрений и солей» является дисциплиной специализации для студентов специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Цель учебного модуля (УМ)

- формирование у студентов базовых знаний теоретических основ технологии неорганических веществ и материалов, химии и технологии связанного азота, минеральных удобрений: калийных, фосфорных и комплексных, химии и технологии комплексной переработки минерального сырья, направленной на решение задач в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Задачи УМ «Технология минеральных удобрений и солей»

- Изучение:
- физико-химических основ технологических процессов производства минеральных удобрений и солей;
- сырьевых источников для получения данных продуктов;
- принципиальных технологических схем производств;
- физико-химических параметров и норм технологического режима процесса;
- аппаратное оформление процесса;
- характеристик сырья, продуктов производства,
-
- **2. Место дисциплины в структуре ОП по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия»**

Учебный модуль входит в вариативную часть блока 1 ОП ВО 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия .

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении курсов физической, неорганической, органической, аналитической химии и теоретических основ технологии неорганических веществ и материалов.

Предмет изучения является дальнейшим развитием курсов «Химическая технология», «Процессы и аппараты химических производств».

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1- Содержание компетенций

Код компетенции	Содержание компетенции*
ДПК-13	Владеть базовыми знаниями теоретических основ технологии неорганических веществ и материалов, химии и технологии связанного азота, минеральных удобрений: калийных, фосфорных и комплексных, химии и технологии комплексной переработки минерального сырья (ДПК- 13).

В соответствии с содержанием основных образовательных программ специалитета по специальности 04.05.01. – Фундаментальная и прикладная химия, учебный модуль «Технология минеральных удобрений и солей» осваивается на повышенном уровне.

В результате изучения учебного модуля «Технология минеральных удобрений и солей» студент должен:

Знать:

- сырье, номенклатуру, свойства и показатели качества продуктов производства;
- физико-химические основы, механизм и кинетику протекания процессов;
- технологическое обоснование изучаемых процессов на основе теоретических знаний в области термодинамики, кинетики, массопереноса;
- режим работы оборудования и аппаратное оформление производств;
- характеристики катализаторов и сорбентов, используемых в технологии;
- способы рекуперации и утилизации газовых, жидкостных и твердых отходов;
- получение технических газов и продуктов на их основе (водорода, кислорода, оксидов азота, аммиака, метанола, азотной и серной кислот, карбамида, аммиачной селитры и др.);
- основы технологии минеральных солей, щелочей и содопродуктов

Уметь:

- оценивать технологические процессы по критериям эффективности использования сырья и энергоресурсов, экологической безопасности;
- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выполнять материальные, тепловые расчеты,
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта,

Владеть:

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами анализа эффективности работы химических производств;
- методами проведения качественного и количественного анализа исходного сырья и готовой продукции, а также синтеза продуктов;

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ**4.1 Трудоемкость учебного модуля**

Таблица 2 -Трудоемкость учебного модуля (форма обучения –очная)

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		Коды формир. компетенций
		8	9	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	8	УЭМ 1 5	УЭМ 2 3	ДПК-13
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	288	180	108	
- лекции	42	24	18	
- практические занятия (семинары)	42	24	18	
в т.ч. аудиторная СРС	42	24	18	
- лабораторные работы	42	24	18	
- внеаудиторная СРС	126	72	54	
Аттестация:	36	Экзамен 36	Диф зачет	ДПК-13

Распределение часов полной трудоемкости дисциплины по видам и темам занятий представлено в приложении А.

Содержание дисциплины включает лекционный курс, лабораторные занятия по экспериментальному исследованию химических процессов, использующихся в технологических производствах; практические занятия по выполнению расчетных заданий, а также по рассмотрению наиболее сложных в теоретическом отношении вопросов лекционного курса, домашние занятия и курсовую работу.

4.2 Содержание и структура учебного модуля

УЭМ 1 Технология минеральных удобрений и основного вида сырья.

1.1 Классификация минеральных удобрений.

Минеральные удобрения. Классификация минеральных удобрений. Агротехническое значение. Перспективы производства.

Сырьевая база производства минеральных удобрений

1.2 Технология азотных удобрений

1.2.1 Технология производства аммиака

Роль и значение связанного азота в народном хозяйстве. Современные проблемы и задачи промышленности связанного азота. Методы связывания атмосферного азота. Свойства азота. Свойства аммиака и области применения.

Физико-химические основы конверсии природного газа. Механизм процесса. Катализаторы риформинга. Получение водорода путем конверсии монооксида углерода. Физико-химические основы процесса и катализаторы паровой конверсии монооксида углерода. Общая характеристика методов очистки технологических газов. Очистка природного газа от сернистых соединений, катализаторы сероочистки. Методы очистки конвертированного газа от монооксида и диоксида углерода, физико-химические основы процессов очистки. Катализаторы, сорбенты. Физико-химические основы синтеза аммиака. Катализаторы синтеза

Технологическая схема производства аммиака. Аппаратурное оформление процессов. Конструкция трубчатой печи – как энерготехнологического агрегата. Аксиальные, радиальные и горизонтальные конверторы. Конструкция колонн синтеза аммиака. Технико-экономические показатели различных схем производства аммиака.

1.2.2 Технология производства азотной кислоты

Современное состояние и перспективы развития производства азотной кислоты. Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Свойства азотной кислоты и области использования. Очистка аммиака и воздуха. Контактное окисление аммиака. Катализаторы окисления. Механизм процессов, вызывающих потери платиноидных катализаторов и методы снижения потерь платиноидов. Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Кинетика этих процессов. Каталитическое восстановление оксидов азота в процессе очистки выхлопных газов

Производство азотной кислоты в агрегатах, работающих под комбинированным и единым давлением. Технологические схемы агрегатов УКЛ и АК-72. Устройство и режим работы основных аппаратов схемы. Аппаратурное оформление процесса и режим его работы. Достоинства и недостатки схем. Технико-экономические показатели работы.

1.2.3 Технология производства аммиачной селитры

Физико-химические основы получения аммиачной селитры. Требования, предъявляемые к сырью в производстве нитрата аммония. Выбор оптимальных параметров. Основные стадии получения. Свойства аммиачной селитры.

Технологическая схема и аппаратное оформление производства аммиачной селитры в агрегатах крупной единичной мощности. Техничко-экономические показатели производства.

Выпаривание и гранулирование плава азотных удобрений. Устройство основных аппаратов в производстве азотных удобрений. Мероприятия по уменьшению слеживаемости удобрений. Перспективы развития производства азотных удобрений.

1.2.4 Технология производства карбамида

Свойства карбамида. Область применения. Сырьевая база. Физико-химические основы процесса получения карбамида. Способы организации рецикла непрореагировавших веществ. Жидкостной и газовый рециклы диоксида углерода.

Дистилляция плава синтеза при различных давлениях и аппаратное оформление процесса. Упаривание растворов карбамида и конструкции выпарных аппаратов. Грануляция плава карбамида и способы улучшения качества гранулированного продукта.

Технологические схемы производства карбамида. Техничко-экономический анализ схем. Экологические проблемы, пути их решения.

1.3 Технология фосфорных удобрений

1.3.1 Сырьевая база промышленности фосфорных удобрений

Свойства фосфора и его соединений. Применение фосфора и его соединений.

Фосфатное сырье и методы его переработки. Требования, предъявляемые к сырью для производства минеральных удобрений.

Основные способы промышленной переработки фосфатного сырья. Фосфорно-кислотная переработка фосфатного сырья. Физико-химические основы фосфорно-кислотной переработки фосфатного сырья.

1.3.2 Производство фосфорной кислоты

Виды фосфорных кислот. Термическая и экстракционная фосфорная кислоты. Современное состояние и перспективы развития производства фосфорной кислоты. Получение фосфора и термической фосфорной кислоты.

Производство экстракционной фосфорной кислоты. Физико-химические основы производства. Дигидратный способ производства фосфорной кислоты. Полуидратный способ производства фосфорной кислоты. Физико-химические основы процесса. Двухстадийные способы производства. Получение концентрированной фосфорной кислоты.

1.3.3 Производство суперфосфата

Современное состояние и перспективы развития производства двойного суперфосфата. Технологическая схема производства двойного суперфосфата. Камерный, камерно-поточный и многоретурный методы. Техничко-экономические показатели.

Сернокислотная переработка фосфатного сырья. Производство простого суперфосфата. Физико-химические основы получения суперфосфата. Технологическая схема

и аппаратное оформление. Характеристика существующих схем. Утилизация фтора при производстве суперфосфата.

Производство фосфоритной муки, преципитата, термических, кормовых фосфатов.

УЭМ- 2 Технология многокомпонентных удобрений и содопродуктов

2.1 Производство сложных удобрений

Современное состояние и перспективы развития производства сложных удобрений. Общая характеристика и ассортимент комплексных удобрений. Обзор технологических схем производства сложных удобрений.

Аммофос и диаммофос. Сложные удобрения на основе переработки фосфорной и полифосфорной кислот. Физико-химические основы аммонизации фосфорной кислоты. Технологические схемы производства.

Азотнокислотное разложение фосфатов. Физико-химические основы производства нитроаммофоски. Основные стадии процесса. Технологическая схема производства нитроаммофоски и конструкция основных аппаратов.

2.2 Производство калийных удобрений

Получение калийных удобрений. Переработка сильвинитовых и корналитовых руд. Физико-химические основы процесса, технологическая схема производства и основное оборудование. Техничко-экономический анализ производства калийных солей из различного сырья.

2.3 Производство содопродуктов

Физико-химические основы получения кальцинированной соды. Сырьевая база, основные стадии и отходы производства. Технологические схемы производства соды.

Способы переработки бокситов и нефелиновых руд с целью получения алюминия и содопродуктов. Физико-химические основы щелочного способа Байера. Основные стадии производства глинозема.

Комплексная переработка нефелиновых руд гидротермическим способом. Физико-химические основы, технологическая схема производства и основное оборудование. Кислотные способы переработки нефелинового сырья. Получение различных продуктов при использовании серной и азотной кислот.

2.4 Производство щелочей

Известковый способ получения каустической соды. Технологическая схема производства едкого натра известковым способом.

Электрохимические способы получения щелочей. Физико-химические основы, технологическая схема производства и основное оборудование. Техничко-экономический анализ различных способов получения щелочей.

4.3 Содержание лабораторного практикума

Для качественного усвоения материала теоретические аспекты элементов модуля осваиваются посредством проведения лабораторного практикума.

В соответствии с теоретическим содержанием и структурой разделов учебного модуля, лабораторный практикум включает в себя выполнение 10 лабораторных работ.

Таблица 4- Лабораторный практикум

№ разде- ла УМ	Наименование лабораторных работ	№ ЛР	Трудоемкость, ак.час
УЭМ -1	Анализ аммиачной селитры:	ЛР 1	4
	Приготовление и стандартизация необходимых растворов	ЛР 2	4
	Определение содержания воды	ЛР 3	4
	Определение содержания азота аммонийного		
	Определение содержания азота нитратного		
	Определение содержания кальция и магния		
	Анализ карбамида	ЛР 4	4
	Приготовление и стандартизация необходимых растворов		
	Определение содержания воды		
	Определение содержания азота аммонийного		
УЭМ -2	Анализ фосфатного сырья:	ЛР 5	4
	Приготовление и стандартизация необходимых растворов	ЛР 6	4
	Определение содержания общего фосфора		
	Определение содержания воды		
	Определение содержания кальция и магния		
	Анализ нитроаммофоски:	ЛР 7	4
	Приготовление и стандартизация необходимых растворов	ЛР 8	4
	Определение содержания воды	ЛР 9	4
	Определение содержания общего и усвояемого фосфора		
УЭМ -2	Определение содержания кальция и магния		
	Определение содержания азота		
	Получение KNO_3 из KCl и $NaNO_3$	ЛР 10	6

4.4 Практические занятия (ПЗ)

Целью практических занятий является разбор отдельных, трудных для понимания теоретических вопросов, расчетных заданий; контроль изученного материала. Тематика практических занятий представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия

№ раздела УМ	Наименование темы практического занятия	Форма занятия	Трудоемкость, ак.час
УЭМ – 1	Расчет количества и состава технических продуктов- решение задач	ПР	2
	Учебная экскурсия на ОАО «Акрон». Производство аммиака. Технологическая схема процесса. Основные узлы и аппараты.	ПЗ	4
	Учебная экскурсия на ОАО «Акрон». Производство азотной кислоты. Технологическая схема АК-72. Устройство и режим работы основных аппаратов схемы.	ПЗ	4
	Определение расходных коэффициентов по сырью, теоретических степеней разложения сырья		
	Учебная экскурсия на ОАО «Акрон». Производство аммиачной селитры. Технологическая схема процесса. Основные узлы и аппараты.	ПЗ	4
	Учебная экскурсия на ОАО «Акрон». Производство карбамида. Технологическая схема процесса. Основные узлы и аппараты. Грануляция плава карбамида.	ПЗ	4
	Коллоквиум «Технология производства азотных и фосфорных удобрений»	К	2
	Контрольная работа №1	КР 1	2
УЭМ - 2	Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов- решение задач	ПР	4
	Расчеты теплоты химических и физических превращений. Составление тепловых балансов химико-технологических процессов – решение задач	ПР	6
	Учебная экскурсия на ОАО «Акрон». Производство нитроаммофоски. Технологическая схема процесса. Основные узлы и аппараты.	ПЗ	4
	Расчет контролируемых показателей качества сырья и готового продукта – решение задач	ПР	2
	Контрольная работа №2	КР2	2

4.5 Организация изучения учебного модуля

Организация процесса изучения модуля направлена на последовательное освоение знаний и формирование необходимых умений.

Значительная часть времени, выделяемого на дисциплину учебным планом, отводится на самостоятельную работу студентов. СРС используется для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению дисциплины.

Учебный модуль «Технология минеральных удобрений и солей» реализуется посредством проведения лекций (информационные лекции, лекции-презентации), самостоятельного изучения литературы.

Аудиторная самостоятельная работа студентов проводится на практических занятиях и включает в себя практические работы по решению задач разных типов; проведение контрольных работ. При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить лекционный материал, в случае необходимости обратиться к соответствующим разделам рекомендованной литературы и методическим пособиям, разработанным на кафедре ФПХ. При изучении материала отметить вызывающие затруднения вопросы для получения консультации у преподавателя. На практических занятиях необходимо иметь конспект лекций по изучаемой теме.

Для качественного усвоения и закрепления материала предполагается выполнение лабораторного практикума с обязательным написанием выводов, где кратко излагаются подтвержденные в процессе эксперимента теоретические законы и указывается применимость данной темы в практической профессиональной деятельности будущего специалиста.

С целью углубленного понимания изучаемых технологических схем производства минеральных удобрений и солей, практического ознакомления с основными технологическими узлами и аппаратами, а также с управлением технологическим процессом, проводятся учебные экскурсии на ОАО Акрон.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов проводится для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению модуля. Данный вид СРС включает в себя следующие виды работ:

- подготовку к практическим занятиям
- оформление отчетов по лабораторным работам и подготовку к их защита;
- выполнение индивидуальных домашних в т.ч. расчетных заданий по темам, определяемым преподавателем;
- подготовку к контрольным работам;
- подготовку к экзамену.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий.

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля по освоению каждой темы представлены в Приложении А.

5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля:

- текущий – регулярно в течение всего семестра;
- рубежный – на девятой неделе семестра;
- семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» и Положением от 25.06.2013 «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников»

В качестве формы контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы семинарские занятия, контрольные работы, защита лабораторных работ, выполнение домашних заданий, сдача коллоквиума.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

Дополнительная литература и другие источники указаны в методических указаниях для практических занятий и СРС.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций и видеоматериалов.

Для выполнения лабораторных работ необходима лаборатория с соответствующим лабораторным оборудованием. В соответствии с «Требованиями к материально-техническому обеспечению учебного процесса по подготовке дипломированных специалистов минимальный перечень оборудования по дисциплинам блока ОПД ГОС включает:

- химические реактивы (кислоты, щелочи, соли и т.д.);
- термометры с точностью до 0,1⁰;
- калориметры;
- весы технические электронные с точностью до 0,01г;
- рН-метры;
- иономеры;
- спектрофотометры;
- выпрямители;
- электроплитки;
- химическая посуда
- . -водяная баня
- таблицы

ПРИЛОЖЕНИЯ

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта УМ

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Г – Паспорт компетенций

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

- 1 Химическая технология неорганических веществ/Под.ред. Т.Г.Ахметова.- М.: Высш.шк., 2002.- 1221с.
- 2 Кондауров Б.П., Александров В.И., Артемов А.В. Общая химическая технология:учеб.пособие для вузов.- М.: Академия., 2007.- 336с.
- 3 Бесков В.С. Общая химическая технология: учеб. для вузов.- М.: Академкнига, 2006.- 452с.
- 4 Справочник азотчика / Под ред. Жаворонкова Н.М. – М.: Химия, 1986.
- 5 Позин М.Е. Технология минеральных удобрений: учебник для вузов. – Л.: Химия, 1989.
- 6 Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. Эвенчика С.Д., Бродского А.А. – М.: Химия, 1987.
- 7 Иванов М.Е., Олевский В.М., Поляков Н.Н. Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности. – М.: Химия, 1990.
- 8 Кучерявый В.И., Лебедев В.В. Синтез и применение карбамида. – Л.: Химия, 1970.
- 9 Лайнер А.И., Еремин А.И., Лайнер Ю.А. Производство глинозема. – М.: Metallurgia, 1976.
- 10 Кошкарлов О.Д., Соколов И.Д.Технология калийных удобрений. – Л.: Химия, 1978.

7.2 Дополнительная литература

- 11 Игнатенков В.И., Бесков В.С. Примеры и задачи по общей химической технологии: учеб.пособие для вузов.- М.: ИКЦ Академкнига, 2006.- 198с.
- 12 Расчеты химико-технологических процессов /Под.ред. проф.И.П.Мухленова.- Л.: Химия., 1976.- 304с.
- 13 Расчеты по технологии неорганических веществ: учебное пособие для вузов / Под ред. Позина М.Е. – Л.: Химия, 1977.
- 14 Руководство к практическим работам по технологии неорганических веществ: учебное пособие для вузов / Под ред. Позина М.Е. – Л.: Химия, 1980.
- 15 Синтез аммиака / Под ред. Кузнецова Л.Д. – М.: Химия, 1982.
- 16 Крашенинников С.А. Технология соды. – М.: Химия, 1986.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Лекции, которые читаются преподавателем, призваны ориентировать студентов в том многообразии вопросов, которые связаны с пониманием химической технологии, как научной основы не только способов переработки сырья и производства важнейших продуктов, но и экологической безопасности и энергоемкости производства. Более детальное знакомство с конкретными аспектами изучаемых вопросов – самостоятельная работа студентов. Она должна быть направлена на тщательную проработку предлагаемой основной и дополнительной литературы.

Изучение модуля требует рассмотрения большого объема различных источников информации. Поэтому в лекционном материале преподавателю следует выделить ключевые вопросы с привлечением новейших данных и использованием разнообразных форм подачи материала.

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формирует модульно-рейтинговое обучение.

Реализация данной модели осуществляется посредством определенных тактических процедур:

- лекционных (вводная лекция, лекция-презентация, проблемная лекция);
- исследовательских (выполнение лабораторных работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов): оформление отчетов по лабораторным работам; подготовка и выполнение индивидуальных заданий по темам, определяемым преподавателем.

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий.

С учетом рабочей программы учебного модуля «Технология минеральных удобрений и солей», методически обоснованными могут быть следующие рекомендации по преподаванию курса «Технология минеральных удобрений и солей»:

В теме «**Классификация минеральных удобрений**» дать классификацию минеральных удобрений, раскрыть агротехническое значение и перспективы производства.

В теме «**Технология азотных удобрений**» раскрыть роль и значение связанного азота в народном хозяйстве, современные проблемы и задачи промышленности связанного азота. Методы связывания атмосферного азота. Иметь четкое представление о теоретических основах процессов конверсии природного газа, производства аммиака, производства азотной кислоты, производства аммиачной селитры. Знать принципиальные схемы производств, устройство основных аппаратов, основные стадии получения продукции, оптимальные параметры технологических процессов, характеристики сырья и готовой продукции. Показать влияние различных факторов на скорость химической реакции для гомогенных и гетерогенных процессов, объяснить сущность катализа, методы увеличения скорости каталитического процесса, требования, предъявляемые к катализаторам. Показать достоинства и недостатки применения различных схем производства. Изучить мероприятия по уменьшению слеживаемости удобрений. Раскрыть перспективы развития производства азотных удобрений.

В теме «Технология производства карбамида» дать четкое представление о сырьевой базе, физико-химические основы процесса получения карбамида. Раскрыть

способы организации рецикла непрореагировавших веществ, показать достоинства и недостатки жидкостного и газового рециклов диоксида углерода.

В теме «**Технология фосфорных удобрений**» студентам необходимо знать о комплексной переработке фосфатного природного сырья. Требования, предъявляемые к сырью для производства минеральных удобрений. Знать принципиальные схемы производства двойного суперфосфата, простого суперфосфата, производства фосфорной кислоты, устройство и принцип действия основных аппаратов, основные стадии получения продукции, оптимальные параметры технологических процессов, характеристики сырья и готовой продукции.

В теме «**Производство сложных удобрений**» необходимо дать представление о современном состоянии и перспективах развития производства сложных удобрений. Дать общую характеристику и ассортимент комплексных удобрений. Изучить технологические схемы и устройство основных аппаратов производства аммофоса, диаммофоса, нитроаммофоски, достоинства и недостатки технологических схем, основные стадии производств, оптимальные параметры технологических процессов.

В теме «**Производство содопродуктов**» изучить сырьевую базу, основные стадии получения кальцинированной соды, технологические схемы производства соды. Дать представление о способах переработки бокситов и нефелиновых руд с целью получения алюминия и содопродуктов.

В теме «**Производство щелочей**» необходимо изучить физико-химические основы и дать сравнительный технико-экономический анализ химических и электрохимических способов получения щелочей. Студенты должны иметь четкое представление об основах промышленного электролиза, количественных показателях процесса, знать принципиальные схемы производства щелочей.

С целью углубленного понимания изучаемых технологических схем производства минеральных удобрений и солей, практического ознакомления с основными технологическими узлами и аппаратами, а также с управлением технологическим процессом, проводятся учебные экскурсии на ОАО Акрон.

Образцы контрольных материалов

Контрольная работа №1

Вариант 0

1. Определить расходные коэффициенты аммиака и воздуха в производстве 1т азотной кислоты. Степень окисления NH_3 и NO равна 0,98, а степень абсорбции - 0,96. Расход воздуха учитывать только для реакций окисления NH_3 и NO .
2. Определить степень обжига и расходный коэффициент известняка, содержащего 89% CaCO_3 , используемого в производстве негашеной извести следующего состава (в %): CaO - 94, CO_2 – 1,2, примеси - 4,8.
3. Рассчитать процентное содержание меди в руде. Навеска руды 0,5100 г переведена в раствор, в котором медь содержится в виде Cu^{2+} , при прибавлении к этому раствору йодида калия выделился йод, на титрование которого пошло 14,10 мл 0,1023 н тиосульфата натрия.

Контрольная работа №2

Вариант 0

1

1. Составьте материальный и тепловой балансы узла синтеза карбамида из жидкого аммиака, диоксида углерода и раствора углеамонийных солей.

№ п/п	Исходные данные для расчета	1
1	Давление в колонне синтеза	20.2
2	Состав газообразной углекислоты, % об.	
	CO ₂	96
	N ₂	4
3	Соотношение реагентов на входе в систему, мольное	
	L = NH ₃ /CO ₂	4
	W ₀ = H ₂ O/CO ₂	0.5
4	Температура смеси на входе в колонну синтеза, °C	180
5	Температура плава на выходе из колонны синтеза, °C	200
6	Степень приближения состава плава к состоянию термодинамического равновесия, д.е.	0.9

Вопросы к коллоквиуму
«Технология производства азотных удобрений»
УЭМ-1 Технология минеральных удобрений и основного вида сырья

1. 1.Перечислите способы конверсионного получения азото-водородной смеси. Сравните их эффективность.
2. Способ олучения азото-водородной смеси, необходимой для промышленного синтеза аммиака, реализуемый на ОАО Акрон.
3. Очистка природного газа от сернистых соединений, катализаторы и сорбенты сероочистки. Физико-химические основы процесса.
4. Почему конверсия метана осуществляется в две ступени? Какие процессы при этом происходят и каковы оптимальные условия процесса риформинга метана.
5. Способы очистки конвертированного газа от диоксида углерода. Технологические схемы процессов. Устройство основного оборудования.
6. Способы очистки конвертированного газа от оксида углерода. Технологические схемы и аппаратное оформление процессов.
7. Физико-химические основы синтеза аммиака. Равновесие и кинетика процесса. Виды катализаторов.
8. Обоснование оптимального режима синтеза аммиака. Выбор температуры, давления, объемной скорости.
9. Физико-химические основы контактного окисления аммиака. Виды катализаторов. Оптимальный технологический режим.
10. Физико-химические основы окисления оксида азота. Равновесие и кинетика процессов. Оптимальный технологический режим.
11. Физико-химические основы абсорбции оксидов азота водой. Равновесие и кинетика процесса. Оптимальный технологический режим.
12. Промышленные способы получения азотной кислоты. Технологическая схема получения азотной кислоты под повышенным давлением.
13. Методы обезвреживания хвостовых нитрозных газов в производстве азотной кислоты.
14. Способы получения концентрированной азотной кислоты. Технологическая схема получения концентрированной азотной кислоты методом выпарки с водоотнимающими средствами.
15. Теоретические основы получения концентрированной азотной кислоты методом прямого синтеза.
16. Виды азотных удобрений, их свойства и способы получения. Производство сульфата аммония.
17. Объясните, чем обусловлена слеживаемость азотных удобрений, что такое гигроскопичность твердых соединений и какие приемы используются для уменьшения эффекта от этих явлений.
18. Объясните, как влияют модификационные превращения аммиачной селитры на ее качество. Каким образом можно понизить гигроскопичность аммиачной селитры.
19. Объясните, как влияют концентрация и температура азотной кислоты на тепловой эффект реакции и на концентрацию полученных растворов аммиачной селитры.
20. Гранулирование плава аммонийной селитры. Устройство основного оборудования.
21. Свойства карбамида и способы его получения. Физико-химические основы синтеза карбамида.

22. Дистилляция плава карбамида. Выпарка растворов и гранулирование плава карбамида. Устройство основного оборудования.
23. Обоснуйте необходимость рецикла аммиака и диоксида углерода в производстве карбамида. Сравните различные способы организации рецикловых потоков в технологических схемах.

Вопросы к экзамену по дисциплине
«Технология минеральных удобрений и солей»
УЭМ-1 Технология минеральных удобрений и основного вида сырья

- 1 Минеральные удобрения. Классификация минеральных удобрений. Агротехническое значение. Перспективы производства.
- 2 Сырье в производстве аммиака. Конверсионные способы получения азотоводородной смеси.
- 3 Физико-химические основы конверсии природного газа. Механизм процесса. Катализаторы риформинга, каталитические яды.
- 4 Двухступенчатая конверсия метана: первичные и вторичные риформинг. Оптимальные условия процесса.
- 5 Получение водорода путем конверсии монооксида углерода. Физико-химические основы процесса и катализаторы паровой конверсии монооксида углерода.
- 6 Двухступенчатая конверсия оксида углерода: средне - и низкотемпературная. Оптимальные условия конверсии.
- 7 Очистка природного газа от сернистых соединений, катализаторы и сорбенты сероочистки. Физико-химические основы процесса.
- 8 Методы очистки конвертированного газа от монооксида и диоксида углерода Катализаторы, сорбенты. Физико-химические основы процесса абсорбции и метанирования.
- 9 Физико-химические основы синтеза аммиака. Конструкция колонны синтеза аммиака. Катализаторы, яды. Оптимальные условия процесса. Свойства аммиака и области применения.
- 10 Технологическая схема и аппаратное оформление производства аммиака.
- 11 Физико-химические основы процессов, применяемых в производстве азотной кислоты. Свойства азотной кислоты и области использования.
- 12 Очистка аммиака и воздуха. Контактное окисление аммиака. Катализаторы окисления. Механизм процессов, вызывающих потери платиноидных катализаторов и методы снижения потерь платиноидов.
- 13 Переработка оксидов азота в азотную кислоту. Кинетика процессов. Каталитическое восстановление оксидов азота в процессе очистки выхлопных газов.
- 14 Производство азотной кислоты в агрегатах, работающих под комбинированным и единым давлением. Технологическая схема агрегата УКЛ. Аппаратное оформление процесса и режим его работы. Достоинства и недостатки схемы.
- 15 Технологическая схема агрегата АК-72. Аппаратное оформление процесса и режим его работы. Достоинства и недостатки схемы.
- 16 Характеристика азотсодержащих удобрений. Слеживаемость азотных удобрений, гигроскопичность твердых соединений. Меры предотвращения слеживаемости.
- 17 Свойства аммиачной селитры. Термическое разложение нитрата аммония, его огне- и взрывоопасность. Влияние модификационных превращений аммиачной селитры на ее качество. Меры понижения гигроскопичности аммиачной селитры.
- 18 Требования, предъявляемые к сырью в производстве нитрата аммония. Физико-химические основы получения аммиачной селитры. Влияние концентрации и температуры азотной кислоты на тепловой эффект реакции и на концентрацию полученных растворов аммиачной селитры.

- 19 Производство аммиачной селитры. Технологическая схема производства аммиачной селитры в агрегате АС-72.
- 20 Процессы нейтрализации и выпарки растворов аммиачной селитры. Конструкция аппарата ИТН.
- 21 Кристаллизация нитрата аммония. Конструкция грануляционной башни. Безупрочный способ производства аммиачной селитры. Достоинства и недостатки способа.
- 22 Аналитический контроль показателей качества аммиачной селитры.
- 23 Удобрения на основе нитрата аммония. Известково-аммиачная селитра, калийно-аммиачная селитра. Сульфат-нитрат аммония. Нитрат кальция. Характеристика продуктов. Способы производства.
- 24 Сульфат аммония, нитрат натрия. Характеристика продуктов. Способы производства.
- 25 Производство жидких азотных удобрений. Характеристика продуктов. Способы производства. Достоинства и недостатки.
- 26 Свойства карбамида. Область применения. Сырьевая база. Физико-химические основы процесса получения карбамида.
- 27 Способы организации рецикла непрореагировавших веществ. Жидкостной и газовый рециклы диоксида углерода.
- 28 Физико-химические основы дистилляции плава синтеза карбамида и аппаратное оформление процесса. Причины построения системы дистилляции в несколько ступеней.
- 29 Физико-химические основы процессов упаривания растворов и грануляции плава карбамида. Способы упрочнения гранул продукта и уменьшения его слеживаемости. Аппаратное оформление процессов.
- 30 Технологические схемы производства карбамида. Принципиальная технологическая схема с полным жидкостным рециклом. Оптимальные условия процесса.
- 31 Сырьевая база промышленности фосфорных удобрений. Фосфатное сырье. Комплексная переработка природного сырья. Целесообразность обогащения фосфатного сырья.
- 32 Свойства фосфора и его соединений, их применение. Производство фосфора.
- 33 Производство фосфорной кислоты. Виды фосфорных кислот. Термическая и экстракционная фосфорная кислоты. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Физико-химические основы производства.
- 34 Производство термической фосфорной кислоты. Физико-химические основы производства. Технологическая схема и аппаратное оформление.
- 35 Дигидратный и полугидратный способы производства фосфорной кислоты. Технологическая схема дигидратного способа производства фосфорной кислоты. Получение концентрированной фосфорной кислоты.
- 36 Основные способы промышленной переработки фосфатного сырья. Фосфорно-кислотная переработка фосфатного сырья. Физико-химические основы фосфорно-кислотной переработки фосфатного сырья.
- 37 Технологическая схема производства гранулированного двойного суперфосфата.
- 38 Сернокислотная переработка фосфатного сырья. Производство простого суперфосфата. Физико-химические основы получения суперфосфата.
- 39 Технологическая схема и аппаратное оформление производства простого суперфосфата. Характеристика существующих схем. Утилизация фтора при производстве суперфосфата.
- 40 Производство фосфоритной муки, преципитата, термических и кормовых фосфатов.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина: **Технология минеральных удобрений и солей**
для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

БИЛЕТ 0

1. Минеральные удобрения. Классификация минеральных удобрений. Агротехническое значение. Перспективы производства.
2. Химические и электрохимические способы получения щелочей. Физико-химические основы, технологическая схема производства и основное оборудование. Техничко-экономический анализ различных способов получения щелочей.
3. Какой крепости получается кислота, если смешивают 2350 кг 90% H_2SO_4 и 1150 кг 75% H_2SO_4 ?

Преподаватель

Телешова Е.Н.

Зав. кафедрой

Зыкова И.В.

1. .

Приложение Б

Технологическая карта учебного модуля «Технология производства минеральных удобрений и солей»
для специальности **04.05.01. – Фундаментальная и прикладная химия** (дневная форма обучения)

Семестр 8, ЗЕТ 5, вид аттестации экзамен, акад. часов 180, баллов рейтинга 250

№ и наименование раздела (темы)	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текуще- го контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ-1 Технология минеральных удобрений и основного вида сырья	8 семестр							
1.1 Классификация минеральных удобрений.		2/1	2/1		2/1			
1.2 Технология азотных удобрений.								
1.2.1 Технология производства аммиака		4/2,3	4/2,3		4/2,3			
1.2.2 Технология производства азотной кислоты		4/ 4,5	4/4,5		4/4,5		ДЗ 1	20
1.2.3 Технология производства аммиачной селитры		4/ 6,7	4/6,7	12/2, 3,4	4/6,7		ЛР1, ЛР2, ЛР3	45
1.2.4 Технология производства карбамида		4/8,9	4/8,9	4/5	4/8,9		ЛР4	15
1.3 Технология фосфорных удобрений.								
1.3.1 Сырьевая база промышленности фосфорных удобрений		1/10	2/10	4/6	2/10		ЛР5 К	15 40
1.3.2 Производство фосфорной кислоты.		3/10, 11	2/11	4/7	2/11		ЛР6 ДЗ 2	15 20
1.3.3 Производство суперфосфата		2/12	2/12		2/12		КР1	30
Промежуточная аттестация		сессия						экзамен
Итого		24	24	24	24	72		250

Приложение Б

Технологическая карта учебного модуля «Технология производства минеральных удобрений и солей»
для специальности **04.05.01. – Фундаментальная и прикладная химия** (дневная форма обучения)

Семестр 9, ЗЕТ 3, вид аттестации дифференцированный зачет, академических часов 108, баллов рейтинга 150

УЭМ- 2 Технология многокомпонентных удобрений и содопродуктов								
2.1 Производство сложных удобрений	9 семестр	8/ 1,2,3, 4	8/1, 2,3,4	12/2, 3,4	8/1, 2,3,4		ЛР7, ЛР8, ЛР9	45
2.2 Производство калийных удобрений		2/5	4/5,6	6/ 5	4/5,6		ЛР 10	15
2.3 Производство содопродуктов		5/6,7, 8	4/7,8		4/7,8		ДЗ3	20
1.6 Производство щелочей		3/8,9	2/9		2/9		КР2	30
Промежуточная аттестация	сессия						диф. зачет	40
Итого:		18	18	18	18	54		150

Примечание. Количество баллов по основным видам контрольных точек:

Лабораторная работа 15 баллов (ЛР); Контрольная работа - 30 баллов (КР)

Домашнее задание – 20 баллов (ИДЗ); Коллоквиум – 40 баллов (К)

Критерии оценки качества освоения студентами учебного модуля «Технология производства минеральных удобрений и солей»

(в соответствии с Положениями «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» и «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников».):

Границы: 8 семестр «3» - 50% -69%; «4»- 70%- 89%; «5» - 90% -100%; MIN: 125 MAX: 250	Итоговая аттестация: 9 семестр «3» - 50% -69% «4»- 70%- 89% «5» - 90% -100%; MIN: 75 MAX:150
---	---

Приложение В

Карта учебно-методического обеспечения учебного модуля «Технология минеральных удобрений и солей»

Специальность 04.05.01–Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения дневная

Курс 4 Семестр 8;

Курс 5 Семестр 9;

Часов: всего 288, лекций 42, практ. зан.42 лаб. раб. 42, АСРС 42, СРС 162,

Обеспечивающая кафедра – Фундаментальная и прикладная химия

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Кондауров Б.П. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов / Б.П.Кондауров, В.И.Александров, А.В.Артемьев. – М.: Академия, 2005. – 332 с.	5	-
2. Бесков В.С. Общая химическая технология: учеб. для вузов.- М.: Академкнига, 2006.- 452с.	2	
3. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Академкнига. – 2006. – 198 с.	6	-
4. Лабораторный практикум по общей химиче- ской технологии : учеб.пособие Бесков В.С./[Аверьянов В.А.] и др.; под редакцией В.С. Бескова – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,2010	5	+

Учебно-методические издания		
1. Рабочая программа учебного модуля. Е.Н.Телешова, В. Новгород, НовГУ, 2017- 23с.		
2.Метод.указания к лабораторным работам по курсу «Технология минеральных удобрений и солей».Аналитический контроль / Сост. Е.Н. Телешова, Л.П. Грошева. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2017. – 63 с.		

Учебно-методическое обеспечение дисциплины 100%.

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
БиблиоТех – электронно-библиотечная система	novsu.bibliotech.ru .	
Естественнонаучный образовательный портал	http://www.en.edu.ru/	
Химический каталог: химические ресурсы Рунета	http://www.ximicat.com	
XuMuK: сайт о химии для химиков	http://www.xumuk.ru/	
Портал фундаментального химического образования России	http://www.chemnet.ru	
Химический сервер	http://www.Himhelp.ru	
Поисковые системы	yandex.ru, google.ru и т.п.	

Таблица 3- Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Свойства, получение и применение минеральных удобрений : учеб. пособие для вузов / Б. А. Дмитриевский [и др.]. - СПб. : Проспект Науки, 2013. - 326 с.	12	

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

зав. отделом обслуживания



Е.П. Настуняк

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ Зыкова И.В. Зыкова

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ _____ И.В. Зыкова

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ _____ И.В. Зыкова