

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



А.М.Козина

2014г.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Дисциплина по специальности 020201.65
«Фундаментальная и прикладная химия»

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМО ИСХПР
Дан Л.Б.Даниленко
«18» июня 2014 г.

Принята на заседании
кафедры ФиПХ

Зав. кафедрой

Зыкова И.В. Зыкова

«17» июня 2014 г.

Протокол № 11

Разработала
доцент кафедры ФиПХ
Петухова Е.А.

16.06.2014

1 Цели и задачи курса

1.1 Цели курса

Целью освоения дисциплины является формирование базы теоретических знаний о современных технологиях и общих принципах осуществления основных процессов подготовки и переработки сырья, что обеспечит решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности.

1.2 Задачи курса

Задачами курса химической технологии является изучение:

- системы базовых химико-технологических знаний, понятийный аппарат, необходимый для самостоятельного восприятия, осмысления и усвоения химико-технологических знаний, представления о взаимосвязи дисциплины с другими химическими, экономическими и экологическими дисциплинами, навыки экспериментальной работы.

Для достижения указанной цели материал систематизирован в трех крупных разделах:

- Первый раздел – «Общие вопросы химической технологии» – дает представление о химической технологии как науки, о значении и краткой истории развития химической промышленности, о важнейших технологических и технико-экономических показателях химического производства, о сырье и способах его добычи и подготовки, о воде и водоподготовке, об использовании энергии и энергосберегающих технологиях в химических производствах; также сюда включены вопросы основных закономерностей химической технологии, сведения о типовых химических реакторах и об использовании катализа в химической промышленности. Сюда включены 3 модуля.

- В втором разделе «Важнейшие химические производства» представлены промышленные способы производства неорганических веществ, минеральных удобрений, металлов, силикатных материалов, высокомолекулярных материалов. Сюда включен модуль № 4.

- В третьем разделе «Технология основного органического синтеза» рассмотрены вопросы переработки твердых, жидких и газообразных топлив, органический синтез. Сюда включен модуль № 5.

2. Место дисциплины в структуре ООП по специальности 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»

Дисциплина «Химическая технология» изучается в шестом, седьмом и восьмом семестрах, относится к профессиональному циклу дисциплин, входит в базовую часть основной образовательной программы по специальности 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия».

В процессе изучения курса «Химическая технология» студенты готовятся к изучению дисциплин, относящихся к профессиональному циклу, таких как: «Технология минеральных удобрений и солей» и т.д.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате изучения дисциплины Химическая технология»

Изучение курса «Химическая технология » способствует формированию у студентов следующих **общекультурных и профессиональных компетенций:**

- умеет логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, владением развитой письменной и устной коммуникацией, включая иноязычную культуру (ОК-6);
- понимает роль естественных наук (включая роль химии) в выработке научного мировоззрения (ПК-2);
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-4);
- понимает принципы работы и умеет работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (ПК-9);
- знает основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии) (ПК-11);
- владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ПК-13);
- владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов (ПК - 15);
- способен анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ПК-19);

Знает:

- сырье и энергоресурсы в химической промышленности, фундаментальные критерии эффективности их использования, комплексное использование сырья, энерготехнологические схемы;
- механические, тепловые, массообменные и химические реакционные процессы;
- основные типы химических реакторов;
- аппаратное оформление и математическое моделирование процессов разделения смесей веществ;
- роль материалов в химической технологии;
- анализ технологических схем важнейших химических производств.

Умеет:

- проводить классификацию технологических процессов и на основе знаний процесса предлагать оптимальные условия проведения процесса;
- проводить анализ влияния параметров системы на качество основного продукта в процессе производства, при его хранении и применении;
- оценивать технологические процессы по критериям эффективности использования сырья и энергоресурсов, экологической безопасности и экономической целесообразности производств

Владеет:

- методами статистической обработки экспериментальных результатов химических и биологических исследований;
- методиками анализа физических и химических свойств веществ различной природы;
- техникой работы на физических приборах, используемых для качественного и количественного анализа (фотоколориметр, спектрофотометр, рН-метр, кулонометр, амперметр и др.);

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ « ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

4.1. Трудоемкость дисциплины и формы аттестации

для направления 020201,65 – Фундаментальная и прикладная химия (очная форма)

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		
		6	7	8
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ)	14	5	5	4
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):				
– лекции	72	24	24	24
– лабораторные работы	72	24	24	24
– практические занятия	72	24	24	24
– внеаудиторная СРС	72	72	72	72
Аттестация:		экзамен	экзамен	дифф.зачет
Итого		144	144	144

4.2 Содержание дисциплины

Модуль, раздел (тема)	Семестр	Трудоемкость по видам УР, АЧ				Баллы рейтинга		
		Лек	ПЗ- (аудСРС)	ЛР	Вне- ауд. СРС	поро- говый	макси- мальн.	
Модуль 1 «Химическая технология как наука»	6	6	8	8	24	25	50	
1.1 Основные понятия.		1	2		6			1,5,6
1.2. Понятие о химико-технологическом процессе, технологической схеме.		1	2		4			1,5,6
1.3 Схема движения материальных и энергетических потоков.		1	2		6			1,5,6
1.4 Технологические и технико-экономические		2		4	5			1,

показатели химического производства.								5 , 6
1.5.. Экономические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу и пути их реализации		1	2	4	5			1 , 5 , 6
Модуль 2 «Физико-химические закономерности технологических процессов»	6	6	8	8	24	25	50	
2.1 Понятия о химико-технологическом процессе. Классификация процессов		1	2	4	4			1 , 5 , 6
2.2 Химический реактор и химический процесс, протекающий в нем. Классификация реакторов		1			4			1 , 5 , 6
2.3.Общие требования к реакторам.		1	2		4			1 , 5 , 6
2.4 Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле-Шателье и правила фаз для определения параметров технологического режима.		1		4	4			1 , 5 , 6
2.5Основы макрокинетики. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная, переходная. Типы технологических схем		1	2		4			1 , 5 , 6
2.6 Катализ в химической промышленности.		1	2		4			1 , 5 , 6
Модуль 3. « Сырье. Энергия, вода»	6	12	8	8	24	20	40	
3.1 Понятия о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства.		3	2		6			1 , 5 , 6
3.2 Подготовка сырья к переработке.		3	2		6			1 , 5 , 6
3.3 Виды и источники энергии, применяемые в химико-технологических процессах.		3	2	4	6			1 , 5 , 6
3.4 Вода и ее применение в химико-технологических процессах.		3	2	4	6			1 , 5

								, 6
Модуль 4 « Важнейшие химические производства»	7	24	24	24	72	70	100	
4.1. Производство серной кислоты.		4	4	4	10			1 , 5 , 6
4.2.Производство аммиака и азотной кислоты.		2	4	4	10			1 , 5 , 6
4.3.Производство минеральных удобрений.		2	4	4	10			1 , 5 , 6
4.4. Электрохимические производства.		4	4	2	12			1 , 5 , 6
4.5Производство металлов.		4	2	2	10			1 , 5 , 6
4.6Производство силикатных материалов.		4	4	4	10			1 , 5 , 6
4.7.Химическая переработка топлив.		4	2	4	10			1 , 5 , 6
Модуль 5 «Промышленный органический синтез».	8	24	24	24	72	70	100	
5.1.Разновидности и сырье промышленного органического синтеза.		2	2		6			1 , 5 , 6
5.2. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе		2	2		6			1 , 5 , 6
5.3 Производство и переработка ацетилена.		2	2	4	6			1 , 5 , 6
5.4 Производство метанола из синтез-газа.		2	2	4	6			1 , 5 , 6
5.5Производство		2	2	4	6			1

формальдегида из метанола и селективным каталитическим окислением метана.								, 5 , 6
5.6Производство этанола.		2	2	4	6			1 , 5 , 6
5.7Синтетические моющие средства и поверхностно-активные вещества.		3	2	4	7			1 , 5 , 6
5.8Производство бутадиена – 1,3 и изопрена		3	2		7			1 , 5 , 6
5.9Производство стирола из бензола через этилбензол.		2	2		8			1 , 5 , 6
5.10 Производство капролактама		2	3		7			1 , 5 , 6
5.11Производство высокомолекулярных соединений.		2	3	4	7			1 , 5 , 6
Итого		72	72	72	72	350	700	

4.3. Развернутое содержание теоретического курса

Первый раздел «Общие вопросы химической технологии»

Модуль 1. «Химическая технология как наука»

Основные понятия о химической технологии. Содержание и задачи науки химическая технология. Важнейшие этапы развития химической технологии. Краткая история развития химической промышленности России. Важнейшие технологические понятия и определения. Понятие о химико-технологическом процессе, технологической схеме. Схема движения материальных и энергетических потоков. Периодические, полунепрерывные и непрерывные процессы. Технологические и технико-экономические показатели химического производства: производительность и интенсивность работы реакторов и аппаратов, качество готового продукта, его соответствие стандартам и конкурентоспособности, расходные коэффициенты по сырью, топливу, энергии, себестоимость готовой продукции. Экономические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу и пути их реализации: повышение мощности и интенсивности работы реакторов и химико-технологических систем, механизация, автоматизация, автоматизированные системы управления.

Модуль 2 «Физико-химические закономерности технологических процессов»

Понятия о химико-технологическом процессе. Классификация процессов по фазовому состоянию реагентов и продуктов реакции, по принципу контакта реагентов, по параметру технологического режима и другим признакам. Химический реактор и химический процесс, протекающий в нем. Классификация реакторов по температурному и гидродинамическому режиму. Общие требования к реакторам. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле-Шателье и правила фаз для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения.

Гомогенные процессы и используемые для них реакторы. Влияние температуры на скорость реакции. Влияние концентрации на скорость процесса в гомогенных и гетерогенных системах: увеличение движущей силы процесса, константы скорости и коэффициента массопередачи, поверхности раздела фаз. Закономерность массообмена в гетерогенных процессах: газ-жидкость (Г-Ж), жидкость-твердое тело (Ж-Т), газ-твердое тело (Г-Т). Многофазные процессы.

Реакторы для гетерогенных процессов.

Основы макрокинетики. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная, переходная. Типы технологических схем: с открытой цепью, с частичной рециркуляцией, циркуляционные (круговые).

Катализ в химической промышленности. Сущность ускоряющего действия катализатора. Селективное действие катализатора, автокатализ. Классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ и факторы, влияющие на его скорость. Используемые реакторы. Гетерогенный катализ. Стадии протекания каталитического процесса на твердом пористом катализаторе. Методы увеличения скорости гетерогенного катализа. Свойства твердых катализаторов. Требования к ним. Промоторы и трегеры, каталитические яды. Отравляемость: обратимая и необратимая. Технологический режим каталитических процессов (активность, время контакта, температура, давление, концентрация реагирующих компонентов). Контактные аппараты Однослойные, многослойные, трубчатые, со взвешенным слоем).

Модуль 3 « Сырье. Энергия, вода»

Понятия о сырье, промежуточном продукте (полупродукте), готовом продукте, отходах производства. Виды и классификация сырья: минеральное и органическое; твердое, жидкое и газообразное; природное и искусственное сырье. Запасы сырья и способы его добычи. Принципы рационального использования сырья. Комплексное использование сырья. Значение переработки вторичного сырья. Замена пищевого сырья синтетическим.

Подготовка сырья к переработке. Обогащение твердого сырья. Дробильные и измельчающие машины. Способы обогащения: классификация, гравитационное (сухое и мокрое), электромагнитное и электростатическое, термическое, флотационное. Физико-химические основы флотации и пути повышения ее эффективности. Устройство флотационной машины. Методы обогащения жидкого и газообразного сырья.

Виды и источники энергии, применяемые в химико-технологических процессах. Энергоемкость химических производств. Методы рационального использования энергии.

Вода и ее применение в химико-технологических процессах. Характеристика природных вод и содержащихся в них примесей. Временная и постоянная жесткость воды, солесодержание, окисляемость, прозрачность. Требования, предъявляемые к качеству питьевой и промышленной воды. Очистка питьевой воды на водопроводных станциях. Водоподготовка промышленной (технологической) воды: отстаивание, фильтрация, коагуляция, умягчение, обессоливание. Химические и физико-химические методы умягчения воды. Устройство, действие и регенерация ионитных фильтров. Деаэрация воды. Обратная вода, ее охлаждение и водоподготовка. Основные направления сокращения расхода воды в промышленности.

Второй раздел « Важнейшие химические производства»

Модуль 4 « Важнейшие химические производства»

Производство серной кислоты.

Свойства промышленной серы и области применения серной кислоты. Значение серной кислоты для народного хозяйства. Сырье сернокислотной промышленности. Получение оксида серы (4). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса в системе Т-Г. Типы обжиговых печей. Печь кипящего слоя и ее преимущества. Грубая и тонкая очистка обжигового газа и ее назначение. Окисление оксида серы (4) как пример обратимого гетерогенно-каталитического процесса. Теоретические основы окисления оксида серы (4). Выбор абсорбента и оптимальные условия сорбции. Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана. Основные тенденции в развитии сернокислотного производства. Схема с двойным контактированием и двойной абсорбцией. Особенности производства серной кислоты из серы (по короткой схеме) и из сероводорода (методом «мокрого» катализа). Пути интенсификации сернокислотного производства. Применение кислорода и давления.

Производство аммиака и азотной кислоты.

Соединения азота и их значение для народного хозяйства. Методы фиксации атмосферного азота. Получение азота и кислорода из воздуха методом глубокого охлаждения и ректификацией жидкого азота. Применение азота и кислорода. Кислородная технология. Методы получения водорода и азотоводородной смеси (АВС) для синтеза аммиака. Производство водорода из коксового газа и АВС из природного газа. Двухстадийный процесс получения АВС конверсией с водяным паром. Синтез аммиака из азотоводородной смеси как пример каталитического процесса, осуществляемого по циклической (круговой) схеме. Теоретические основы синтеза. Состав катализатора и каталитические яды. Предкатализ и его назначение. Принципиальная схема производства аммиака. При среднем давлении. Устройство колонны синтеза – каталитического реактора, работающего при высоких давлениях и температурах.

Азотная кислота, ее свойства, промышленные сорта и области применения. Основные стадии производства азотной кислоты из аммиака. Теоретические основы окисления аммиака методом селективного катализа. Оптимальные условия окисления аммиака до оксида азота(2). Устройство контактного аппарата поверхностного контакта. Применяемые катализаторы. Переработка нитрозных газов в разбавленную азотную кислоту. Теоретические основы процессов окисления оксида азота (2). Влияние основных параметров на скорость процесса и равновесие в системе. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, ее преимущества. Производство азотной кислоты как пример технологического процесса, осуществляемого по схеме с открытой цепью.

Производство концентрированной азотной кислоты. Принцип прямого синтеза концентрированной кислоты. Особенности процесса.

Производство минеральных удобрений.

Роль минеральных удобрений, средств защиты растений и синтетических кормовых добавок в интенсификации сельскохозяйственного производства.

Фосфорные удобрения. Их классификация. Фосфатное сырье. Серноокислотное фосфорнокислородное разложение трикальцийфосфата как пример гетерогенных некаталитических процессов в системе Ж-Т. Производство простого суперфосфата. Теоретические основы серноокислотного разложения фторапатита. Суперфосфатная камера непрерывного действия. Нейтрализация и гранулирование суперфосфата. Фосфорная кислота, ее свойства и применение. Экстракционный и электротермический методы получения фосфорной кислоты. Производство двойного суперфосфата. Физико-химические основы процесса фосфорнокислородного разложения фторапатита. Получение кормового преципитата и аммофоса. Азотно-кислотное разложение фосфатного сырья с получением сложных удобрений; их свойства и применение. Кормовые и термические фосфаты

Азотные удобрения. Их классификация. Производство нитрата аммония. Теоретические основы процессов нейтрализации и упаривания. Использование теплоты нейтрализации в аппарате ИТН; особенности конструкции нейтрализатора ИТН. Принципиальная схема производства нитрата аммония с частичным упариванием воды и безупрочным методом.

Производство карбамида Синтез карбамида как пример некаталитического процесса, осуществляемого при высоком давлении. Теоретические основы процесса синтеза карбамида с частичной циркуляцией непрореагировавших исходных веществ (с жидкостным рециклом). Принципиальная схема производства. Устройство колонны синтеза – реактора идеального вытеснения. Свойства и применение карбамида как удобрения, кормовой добавки для жвачных животных и сырья в производстве полимерных материалов. Использование жидкого аммиака в качестве удобрения. Аммиакаты.

Производство сульфата аммония. Свойства, физико-химические основы процесса, принципиальная схема производства. Производство нитрата аммония и нитрата кальция. Свойства, способы получения.

Жидкие азотные удобрения. Физико-химические свойства и способы производства.

Калийные удобрения: хлорид калия и бесхлорные удобрения. Методы выделения хлорида калия из сильвинита: галлургический и флотационный. Физико-химические основы разделения смеси природных солей методом избирательного растворения. Принципиальная схема производства. Выделение хлорида калия из сильвинита методом флотации.

Биохимические производства и их роль в народном хозяйстве. Типовые биохимические промышленные процессы и их аппаратное оформление. Производство кормового белка из нефтепродуктов (БВК).

Электрохимические производства.

Использование электрической энергии в химической технологии. Электротермические и электрохимические процессы. Теоретические основы промышленного электролиза. Теоретическое и практическое напряжение при электролизе. Последовательность разряда ионов в растворе и расплаве.

Количественные показатели процесса электролиза: выход по току и коэффициент использования энергии. Производство хлора и гидроксида натрия как пример электрохимического процесса. Теоретические основы электролиза с железным (диафрагменный метод) и ртутными катодами. Их принципиальное различие и сравнительная характеристика. Мембранный метод получения хлора и гидроксида натрия как пример внедрения энергосберегающих технологий. Области применения хлора и гидроксида натрия.

Производство металлов.

Классификация металлов. Значение металлов для народного хозяйства. Сырье черной и цветной металлургии. Комплексное использование сульфидного сырья и комбинирование металлургического производства с сернокислотным. Основные способы производства металлов: пиро-, гидро- и электрометаллургия. Физико-химические основы процесса восстановления металлов и их соединений.

Черные металлы. Сплавы на основе железа, их классификация и свойства. Диаграмма состояния «железо-углерод», ее анализ и практическое использование.

Производство чугуна. Железные руды, их состав и подготовка. Агломерация и изготовление окатышей. Теоретические основы доменного процесса. Химические реакции, протекающие в доменной печи. Прямое и косвенное восстановление оксидов железа. Устройство доменной печи – реактора полного вытеснения, работающего по принципу противотока. Регенераторы и их роль. Оптимальные условия доменного процесса: состав шихты и дутья, температура, давление. Пути интенсификации доменного процесса: применение кислорода, природного газа, совершенствование конструкции доменной печи (укрупнение ее размеров, комплексная механизация, автоматизация контроля и управления). Использование доменных шлаков и доменного газа.

Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Кислородно-конверторный способ и его преимущества. Химические реакции, протекающие в конверторе: окисление углерода и примесей, образование шлаков, раскисление оксидов железа (2). Устройство конвертора и режим работы. Сырье для кислородно-конверторного способа выплавки стали и его особенности. Химические реакции в гетерогенной системе «газ-шлак-металл». Пути интенсификации мартеновского процесса: применение кислорода, сжатого воздуха, природного газа. Двухвальные печи. Прямое производство железа из руд. Выплавка стали и ферросплавов в электрических печах.

Алюминий. Свойства алюминия и его сплавов и значение для народного хозяйства. Руды алюминия. Получение оксида алюминия (3) из бокситов мокрым и щелочным способом и методом спекания. Химизм процессов и принципиальная схема производства. Производство алюминия из глинозема. Теоретические основы процесса электролиза. Первичные и вторичные процессы в системе «глинозем – криолит». Устройство электролизера с самообжигающимся анодом. Технологические показатели процесса электролиза. Рафинирование алюминия.

Производство силикатных материалов.

Классификация и характеристика изделий силикатной промышленности. Их значение в народном хозяйстве. Состав силикатов и их строение. Диаграмма состояния «оксид кремния – оксид алюминия». Сырье для производства силикатных материалов. Типовые процессы технологии силикатов. Высокотемпературная обработка шихты и применяемые аппараты: шахтные, туннельные, барабанные вращающиеся и ванны печи.

Вязущие средства. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства. Химизм затвердевания цементной массы.

Огнеупоры. Основные виды огнеупорных материалов. Алумосиликатные огнеупоры, из разновидности и принцип получения.

Стекла. Состав, строение и классификация стекол. Зависимость свойств стекла от его состава. Сырье в стекольной промышленности. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекломассы. Способы формования стеклянных изделий: вытягивание, прокат, литье, выдувание, прессование. Понятие о ситаллах.

Химическая переработка топлив.

Виды топлива, их характеристика. Происхождение различных видов топлива. Основные характеристики топлив: состав, теплотворная способность, температура горения. Топливо как сырье химической промышленности.

Переработка твердого топлива. Комплексное использование компонентов твердого топлива при его высокотемпературной деструктивной переработке. Сущность метода и физико-химические процессы, протекающие в шихте при коксовании. Устройство коксовой печи. Периодическая работа коксовой камеры и непрерывная работа коксовой батареи. Механизация и автоматизация процесса коксования. Сухое тушение кокса и его преимущества. Продукты коксования. Прямой коксовый газ, его состав.

Переработка нефти и нефтепродуктов. Способы добычи нефти. Состав нефти и ее комплексное использование. Принцип переработки нефти. Прямая гонка нефти. Схема ступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Подготовка нефти к прямой гонке. Устройство трубчатых печей и ректификационных колонн. Пути увеличения наиболее ценных нефтепродуктов (бензина) и улучшения их качества. Высокотемпературные методы деструктивной переработки нефтепродуктов: крекинг и ароматизация (пиролиз). Цель и разновидности крекинга нефтепродуктов. Стабильность углеводородов различных классов и химические реакции, протекающие при высоких температурах. Каталитический крекинг, применяемое сырье и катализаторы. Схема превращений, протекающих на алумосиликатном катализаторе. Условия оптимального режима процесса. Продукты каталитического крекинга, их отличие от продуктов термического крекинга. Принцип использования движущегося катализатора при каталитическом крекинге. Схема установки каталитического крекинга с совмещенным реактором и регенератором. Крекинг в кипящем слое катализатора. Каталитический риформинг, сырье и применяемые катализаторы. Химические реакции, протекающие при риформинге. Разновидности каталитического риформинга: производство высокооктанового бензина (облагораживание бензина) и индивидуальных ароматических углеводородов (ароматизация). Продукты переработки нефти, их состав, свойства и применение. Октановая и цетановая характеристики моторных топлив. Очистка нефтепродуктов. Нефтехимические комбинаты.

Переработка газообразного топлива. Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, их использование в качестве топлива и химического сырья. Конверсия природного газа и ее разновидности: конверсия с водяным паром, неполное окисление, окислительный пиролиз. Применение конверсии для производства синтез-газа, азотоводородной смеси, ацетилена и водорода. Переработка крекинг-газа.

Третий раздел «Технология основного органического синтеза»

Модуль 5 «Промышленный органический синтез».

Разновидности и сырье промышленного органического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода (2), алканов и алкенов, ацетилена, нафтенов и ароматических углеводородов. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе: гидрирование, дегидрирование, окисление, восстановление, гидратация, гидролиз, алкилирование, сульфирование, хлорирование, нитрование и др.

Производство и переработка ацетилена. Методы получения ацетилена, их сравнительная характеристика. Производство ацетальдегида гидратацией ацетилена по Кучерову в паровой фазе и каталитическим окислением этилена. Синтез уксусной кислоты и уксусного ангидрида каталитическим окислением ацетальдегида. Принципиальная схема их совместного производства.

Производство метанола из синтез-газа. Теоретические основы и принципиальная схема процесса. Применение метанола. Производство формальдегида из метанола и селективным каталитическим окислением метана.

Производство этанола. Классификация и сравнительная характеристика существующих промышленных методов производства этанола. Синтез этанола прямой гидратацией этилена на фосфорном катализаторе, химизм и принципиальная схема процесса. Выделение продуктов деструкции и их применение. Синтетические моющие средства и поверхностно-активные вещества.

Производство бутадиена –1,3 и изопрена каталитическим дегидрированием в две стадии бутана и изопентана. Химизм и принципиальная схема процесса. Производство изопрена диоксановым методом. Применение бутадиена –1,3 и изопрена.

Производство стирола из бензола через этилбензол. Физико-химические основы процессов алкилирования бензола и дегидрирования этилбензола. Принципиальная схема процессов.

Производство капролактама прямым окислением циклогесана. Химизм процесса, применение капролактама.

Производство высокомолекулярных соединений.

Полимерные материалы, их классификация, состав и общие свойства. Высокомолекулярные соединения (ВМС) как основа полимерных материалов. Строение и классификация ВМС. Специфические свойства ВМС как функция их строения и молекулярной массы. Элементарное звено, макромолекула, фазовое и физическое состояние ВМС. Методы получения природных, искусственных и синтетических ВМС. Основные способы производства синтетических ВМС: полимеризация, сополимеризация, поликонденсация. Понятие о мономерах. Радикальная и ионная, цепная и ступенчатая полимеризация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Технические способы проведения полимеризации и поликонденсации.

Эластомеры (каучуки). Особенности высокоэластичного состояния ВМС. Классификация и основные свойства каучуков. Натуральный каучук, его строение. Синтетические каучуки. Производство бутадиенстирольного каучука методом эмульсионной полимеризации. Физико-химические основы и принципиальная схема процесса. Стереорегулярные каучуки, их строение. Применяемые катализаторы. Производство стереорегулярного изопренового каучука. Физико-химические основы стереоспецифической полимеризации и принципиальная схема процесса. Переработка каучуков в резиновые изделия. Типовые процессы и аппараты резиновой

промышленности. Вулканизация каучуков, принцип метода и вулканизирующие агенты. Химизм вулканизации непредельных каучуков серой. Виды резиновых изделий.

Пластические массы, их классификация, состав, основные свойства и области применения. Полимеризационные ВМС и пластмассы на их основе. Полиэтилен. Принципиальная схема производства полиэтилена высокого и низкого давления. Полипропилен. Полистирол. Фторопласты, методы их производства. Свойства и области их применения. Поликонденсационные ВМС и пластмассы на их основе. Производство фенолформальдегидных полимеров. Новолаци и резола, условия их получения и отверждения до резитов. Производство пресс-порошков, волокнистых и слоистых пластиков.

Химические волокна, их классификация, основные свойства и применение. Типовые методы формования химических волокон из растворов и расплавов. Сульфитный и сульфатный способы производства целлюлозы. Получение бумаги. Производство искусственных волокон на основе целлюлозы: вискозного и ацетатного. Химизм процессов. Производство химических волокон из лавсана (полиэтилентерефталата) и капрона (поликапролактама). Химизм процессов синтеза исходных.

4.4. Содержание лабораторных занятий

Студентами выполняются следующие лабораторные работы:

№п/п	Темы лабораторных занятий	Количество часов
1	Моделирование процесса ионообменной сорбции в динамическом режиме	4
2	Определение коэффициента теплообмена	4
3	Расчет коэффициента массопереноса и высоты ректификационной колонны	4
4	Изучение процесса сорбции растворенных органических веществ на активированных углях	4
5	Определение доз минеральных коагулянтов	4
6	Кристаллизация хлорида кальция из водного раствора.	4
7	Синтез хромокалиевых квасцов	4
8	Синтез алюмокалиевых квасцов	4
9	Получение хлорида калия из сильвинита.	4
10	Получение нитрата калия из хлорида калия и нитрата натрия	4
11	Получение экстракционной фосфорной кислоты	4
12	Получение суперфосфата	4
13	Получение фенолоформальдегидных смол	4
14	Получение резольных смол	4
15	Получение глифталевой смолы	4
16	Получение новолачной смолы	4
17	Синтез полиглицеринандипината и изготовление пенополиуретана на его основе	4
18	Получение полиметилметакрилата в растворе.	4
итого		72

4.5 Темы практических занятий.

№ п/п	Темы практических занятий	Количество часов
1	Стехиометрические расчеты в ХТ	2
2	Расчет теплот химических реакций	2
3.	Принципы наилучшего использования сырья, энергии, оборудования. Проверка технологической концепции материального и энергетического балансов	2
4	Расчетное определение некоторых свойств растворов солей	2
5	Расчет значений константы равновесия для интервала температур	2
6	Графические построения и расчеты по диаграмме двойных систем	2
7.	Графические построения и расчеты по диаграмме тройных систем	2
8	Анализ процесса переработки сильвинита на хлористый калий. Анализ процесса по диаграмме растворимости системы $KCl - NaCl - H_2O$	2
9	Применение номограмм для расчета процессов получения сложных удобрений	2
10	Термодинамический анализ химических реакций в химической технологии	2
11	Аналитический и графический расчеты состава смешанных удобрений	2
12	Методика расчета материального и теплового баланса. Пример расчета конкретного промышленного процесса.	2
13	Качественный термодинамический анализ химических превращений, протекающих в сложной гетерогенной системе с участием конденсированных фаз.	2
14	Вывод уравнения для расчета равновесного состава газовой смеси при заданном начальном составе идеального реакционного газа в случае протекания одной химической реакции.	2
15	Количественный термодинамический анализ химического превращения в идеальной газовой системе на примере окисления SO_2 в SO_3 . Расчет равновесной степени окисления в зависимости от исходного состава газовой смеси, температуры и давления. Оптимизация технологических параметров по данным термодинамического анализа.	2
16	Методика расчета химического равновесия в неидеальной газовой системе.	2
17	Расчет сложного химического равновесия в условиях протекания нескольких химических реакций.	2
18	Построение диаграмм по справочным данным в системах жидкость – пар.	2
19	Статический анализ процессов абсорбции в производстве минеральных кислот с использованием справочных данных в виде диаграмм и таблиц.	2
20	Выбор рационального способа получения целевого продукта из раствора и его графическое изображение на диаграмме с использованием изотермической и политермической кристаллизации и возврата маточника. Расчет материального баланса процесса, определение выхода продукта.	2
21	Графическое моделирование различных вариантов получения целевого продукта на диаграмме с организацией циклов.	2
22	Построение ортогональных водной и безводной проекций пространственной изотермы простой четырехкомпонентной системы три	2

	соли – вода.	
23	Графическое изображение процесса изотермического испарения воды из раствора и определение последовательности кристаллизации солей путем совместного рассмотрения водной и безводной проекций.	2
24	Пример технологии, основанной на использовании диаграммы растворимости четырехкомпонентной взаимной системы при переработке сырья в цикле.	2
25	Расчет скорости химического процесса по известным кинетическим уравнениям при заданном составе реакционной массы и степени превращения.	2
26	Решение задач по расчету изотермических реакторов идеального смешения периодического и непрерывного действия.	2
27	Решение задач по расчету изотермических реакторов идеального вытеснения и каскада реакторов идеального смешения.	2
28	Расчет состава продуктов реакции, конверсии	2
29	Расчет выхода и селективности	2
30	Материальные балансы нефтехимических процессов	2
31	Системные закономерности, используемые при создании и оптимизации производства основного органического синтеза.	2
32	Технологические принципы оформления реакционных подсистем и совмещенных процессов.	2
33	Стандартизация и сертификация органических продуктов	2
34	Расчет материального баланса процессов переработки сырья, выхода продукта, потерь ценного компонента сырья с отходами.	2
35	Выбор способа, обеспечивающего максимальный выход, наилучшее качество, минимальное количество отходов.	2
36	Оценка возможности использования отходов.	2
Итого		72

4.6. Содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов планируется по следующим основным направлениям:

4.5.1 исходное сырье для получения продукта, характеристике физических и физико-химических свойств продукта, области применения и масштабы производства продукта, характеристика основных способов производства, выбор и обоснование способа производства

4.5.2 физико-химические закономерности выбранного технологического процесса (термодинамика, кинетика, катализаторы.);

4.5.3 технологическая схема процесса получения продукта и ее описание, основные реакционные аппараты, описание процессов в реакторах, схемы реакторов и их описание; степень экологической опасности исходного сырья, вспомогательных материалов, полупродуктов продукта (предельно-допустимые концентрации, класс опасности). Характеристика источников загрязнения атмосферы (сточные воды, газовые выбросы, твердые отходы) и методов их обезвреживания;

4.5.4 Оформление отчетов по лабораторным работам и их защита.

4.5.5 Выполнение аудиторных самостоятельных работ в форме тестов.

4.5.6 Подготовка доклада с презентацией по теме, указанной преподавателем.

4.5.7. Подготовка к экзамену.

4.7. Формирование компетенций студентов

№ модуля дисциплины	Трудоемкость модуля, ауд. час.	Компетенции
Модуль 1	46	ОК-6,ОК-15,ОК-16,ОК -18, ПК-1, ПК-3
Модуль 2	46	ОК-6,ОК-15,ОК-16,ОК -18, ПК-1, ПК-3
Модуль 3	52	ОК-6,ОК-15,ОК-16,ОК -18, ПК-1, ПК-3
Модуль 4	144	ОК-6,ОК-15,ОК-16,ОК -18, ПК-1, ПК-3
Модуль 5	144	ОК-6,ОК-15,ОК-16,ОК -18, ПК-1, ПК-3

5 Образовательные технологии

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; выполнение индивидуальных домашних заданий по темам, определяемым преподавателем, работа с источниками по темам дисциплины.

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.

6 Оценочные средства контроля успеваемости

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

- **текущий:** контроль выполнения лабораторных, практических аудиторных и домашних заданий, работы с источниками.
- **рубежный:** предполагает использование педагогических тестовых материалов для аудиторного контроля теоретических знаний (примеры заданий в тестовой форме даны в ПРИЛОЖЕНИИ Б); учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы. Рубежный контроль осуществляется в два этапа;
- **семестровый:** осуществляется посредством экзамена и суммирования баллов за весь период изучения дисциплины. Вопросы к зачету (экзамену) даны в ПРИЛОЖЕНИИ В.

Технологическая карта дисциплины с оценкой различных видов учебной деятельности по этапам контроля приведена в ПРИЛОЖЕНИИ Е.

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины «Химическая технология» в целом:

- пороговый («оценка «удовлетворительно»)
- стандартный (оценка «хорошо»)
- эталонный (оценка «отлично»)

Критерий	В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует
пороговый	знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения;
стандартный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения;
эталонный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература:

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.
2. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов/В.С. Бесков.– М.:Академкнига, 2006. – 452с.
3. Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии: Учебное пособие для вузов. – М.: Владос, 2004. – 271с.ил.
4. Мозговой И. В. Технология органических веществ: курс лекций: учебное пособие для вузов / И. В. Мозговой, Г. М. Давидан ;– Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 184 с.
- 5.Технология нефтехимического синтеза. Мономеры: учебное пособие / И. В. Мозговой [и др.]; – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2008. – 279 с.

7.2.Дополнительная

1. Алтухов К.В., Мухленов И.П., Тумаркина Е.С. Химическая технология: Учеб. пособие. – М., 1985.
2. Мухленов И.П., Горштейн А.Е., Тумаркина Е.С., Тамбовцева В.Д. Основы химической технологии: Учебник. – М., 1983.
3. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник. – М., 1999.
4. Белоцветов А.В., Бесков С.Д., Ключников Н.Г. Химическая технология /Учебник. – М., 1971.
5. Ключников Н.Г. Практические занятия по химической технологии: Учебное пособие. – М., 1972.
6. Новые процессы органического синтеза / Под ред. С. П. Черных. – М.: Химия, 1989. – 400 с.
7. Тимофеев В. С., Серафимов Л. А. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия, 1992. – 432 с.

8. В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. — М. : Высшая школа, 2003. — 536 с.
9. Гутник С. П. Расчеты по технологии органического синтеза: учебное пособие / С. П. Гутник, В. Е. Сосонко, В. Д. Гутман. — М.: Химия, 1988. — 272 с.
10. Гутник С. П. Примеры и задачи по технологии органического синтеза: учебное пособие / С. П. Гутник, Г. Л. Кадоркина, В. Е. Сосонко. — М.: Химия, 1984. — 192 с.
11. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. — М.: Химия, Изд. IV, 1988. — 592 с.

7.3. Список методических рекомендаций и методических изданий

1. Растворы. Расчет составов. Разбавление, смешение, концентрирование растворов. Расчет состава и характеристик твердых материалов: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 13 с.
2. Сборник задач по химической технологии / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 27 с.
3. Графические построения и расчеты по диаграммам тройных систем: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 20 с.
4. Графические построения и расчеты по диаграммам двойных систем: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 23 с.
5. Расчетное определение некоторых свойств растворов: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. 21 с.
6. Принципы наилучшего использования сырья, энергии, оборудования. Проверка технологической концепции материальным и энергетическим балансами: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 20 с.
7. Грошева Л.П. Стехиометрические расчеты в общей химической технологии: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 15 с.
8. Сборник лабораторных работ по химической технологии / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 75 с.
9. Термодинамический анализ химических реакций в технологии неорганических веществ: Методические указания для практических занятий и СРС / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 26 с.
10. Теоретические основы химической технологии / Авт.-сост. Грошева Л.П. — НовГУ, 2010. — 19 с.
11. Солодова Н. Л. Пиролиз углеводородного сырья: учебное пособие / Н. Л. Солодова, А. И. Абдуллин— Казань : КГТУ, 2008. — 240 с.
12. Камнева А. И. Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых: учебник / А. И. Камнева, В. В. Платонов. — М.: Химия, 1990. — 287 с.
13. Капустин В. М. Технология переработки нефти : учебное пособие для вузов : в 2 ч. / В. М. Капустин, А. А. Гуреев. — М. : КолосС, 2008.
14. Ахметов С. А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: учебное пособие / С. А. Ахметов, М. Х. Ишмияров, А. А. Кауфман. — СПб. : Недра, 2009. — 828 с.

Электронные учебные ресурсы:

Тренировочные и контрольные тесты по каждому модулю.

Текст лекций с контрольными вопросами для самопроверки.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/>

Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходим кабинет, оборудованный мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций, презентаций проектов и видеоматериалов.

Для выполнения лабораторных работ необходима лаборатория с соответствующим лабораторным оборудованием.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Примерные домашние задания по дисциплине «Химическая технология»

Пример домашнего задания. Модуль 5. «Промышленный органический синтез» Вариант 0

1. Составить материальный баланс установки пиролиза бензина производительностью 600 тыс. т/год товарного этилена. Пиролиз образующегося этана проводят в отдельной печи. Исходные данные: число часов работы в году 7920; суммарные потери этилена на всех стадиях производства 4%; глубина отбора этилена от потенциального содержания на стадиях газоразделения 98 %. Выход продуктов пиролиза бензина, % (масс): H_2 –0,85; CH_4 –15,8; $CO + CO_2 + H_2S$ – 0,1; C_2H_2 –0,4; C_2H_4 –27,5; C_2H_6 –4,1; C_3H_4 –0,3; C_3H_6 –13,0; C_3H_8 –0,55; C_4H_6 –4,2; C_4H_8 –3,1; C_4H_{10} –0,4; жидкие продукты C_5 –200°C–23,2; тяжелая смола (выше 200°C) –6,4; кокс–0,1. Состав продуктов пиролиза этана, % (масс.): H_2 –3,5; CH_4 –5,0; $CO + CO_2$ –0,5; C_2H_2 –0,5; C_2H_6 –37,2; C_2H_4 –47,6; C_3H_6 –0,9; C_3H_8 –0,1; C_4H_6 –1,2; C_4H_8 –0,3; C_4H_{10} – 0,1; C_5 и выше –3,1.
2. Составить материальный баланс установки пиролиза бензина на основании данных задачи 1, но с учетом рециркуляции пропана. Рассчитать загрузку по бензину, этану и пропану и выход этилена в расчете на сырье. Дополнительные данные: состав продуктов пиролиза пропана, % (масс): H_2 –1,2; $CO + CO_2$ – 0,5; CH_4 –24,6; C_2H_4 –36,2; C_2H_6 – 6,5; C_2H_2 –0,3; C_3H_6 –14,2; C_3H_8 –8,1; C_4H_6 –1,3; C_4H_8 –0,4; C_4H_{10} –0,1; C_5 и выше – 6,6.
3. Составить материальный баланс установки пиролиза керосино-газойлевой фракции производительностью 450 тыс. т/год товарного этилена с учетом рециркуляции этана. Исходные данные: число часов работы в году 7800; суммарные потери этилена на всех стадиях производства 4,5%; глубина отбора этилена от потенциального содержания на стадиях газоразделения 98 %. Выход продуктов пиролиза газойля, % (масс): H_2 –0,82; CH_4 –10,6; $CO + CO_2 + H_2S$ –0,2; C_2H_2 –0,3; C_2H_4 –23,0; C_2H_6 –3,6; C_3H_4 –0,7; C_3H_6 –14,5; C_3H_8 –0,4; C_4H_6 –4,1; C_4H_8 – 4,7; C_4H_{10} –0,2, жидкие продукты C_5 – 200 °C – 17,1; тяжелая смола –19,63; кокс– 0,15; состав продуктов пиролиза этана взять из условий задачи 1.
4. При пиролизе прямогонного бензина на установке производительностью 450 тыс т/год этилена выход этилена, пропилена, бутенов и бутадиена в расчете на пропущенное сырье (без учета рециркуляции этана) составляет 27,5; 13,0; 3,1 и 4,2 % (масс) соответственно. Как изменится производительность по сырью и количество продуктов реакции при использовании инициатора, если выход продуктов реакции в этом случае составит: этилена – 40,2; пропилена – 11,3; бутенов – 2,4; бутадиена – 4,5 % (масс.)
5. Составить материальный баланс реактора дегидрирования н-бутенов. Исходные данные: производительность установки по бутадиену 180 тыс. т/год; число часов работы установки в году 8160 ч; выход бутадиена: в расчете на разложенные н-бутены 80% (масс); в расчете на пропущенные н-бутены 17% (масс); конверсия (%): н-бутенов–21; изобутилена–2; бутана–1; бутадиена–40. Потери бутадиена на стадиях дегидрирования и газоразделения 5 %. Состав бутеновой фракции, поступающей на дегидрирование, % (масс): C_3H_8 –0,1; C_4H_6 –0,8; изо- C_4H_8 –7,0; н- C_4H_8 –78,2; C_4H_{10} –13,2; C_5 и выше — 0,7. Состав продуктов разложения, % (масс): H_2 –3,5; CH_4 –2,5; C_2H_4 –1,6; C_2H_6 –0,6; C_3H_6 –2,0; C_3H_8 –0,5; C_4H_6 –77,3; C_5 и выше –2,6; C в CO_2 – 8,0; кокс– 1,4; Мольное соотношение водяной пар: бутены = 1:1.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пример тестового задания для текущего контроля

Модуль 1

Вариант 0.

1. Составить материальный баланс реактора каталитического окисления метанола в формальдегид. Производительность реактора по формальдегиду 10 000 т/год. Степень превращения метанола в формальдегид –0,7; общая степень превращения метанола (с учетом побочных реакций) –0,8. Содержание метанола в спирто-воздушной смеси – 40% по объему. Мольные соотношения побочных продуктов на выходе из реактора $\text{HCOOH} : \text{CO}_2 : \text{CO} : \text{CH}_4 = 1,8 : 1,6 : 0,1 : 0,3$. Аппарат работает 341 день в году с учетом времени планово-предупредительных ремонтов и простоев.
2. Рассчитать расход алунитовой руды ($3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4 \text{ SO}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$), содержащей 23 % (масс.) Al_2O_3 , для получения 1 т алюминия, если потери Al на всех производственных стадиях – 12 % (масс.).

Модуль 3

Вариант 0

1. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сут. Доля окисленной серы – 0,95 (остальная сера улетает и сгорает вне печи). Объёмный коэффициент избытка воздуха = 1,5. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч.
2. Исходная смесь для окисления HCl содержит (мол. %) HCl – 35,5; O_2 – 13,5; N_2 – 51. Процесс окисления протекает при $P = 0,1 \text{ МПа}$ и $t = 3700^\circ\text{C}$ на оксидном хромовом катализаторе. По окончании реакции в газе содержится 13,2 мол % Cl_2 . Рассчитать равновесный состав газовой смеси и значение константы равновесия.

Модуль 3

Вариант 0.

1. Составить газовый баланс процесса гидрирования метиловых эфиров синтетических жирных кислот и сводный материальный баланс реактора на основе данных задачи 9. Дополнительные данные: общее давление в системе 30 МПа; коэффициенты растворимости газов при давлении 0,1 МПа и температуре 300°C , м³/т гидрогенизата; H_2 – 0,0865; N_2 – 0,141; CH_4 – 0,346; в систему подается десятикратный избыток водо-рода (в расчете на водород, вступающий в реакцию) для поддержания катализатора в суспендированном состоянии; состав циркулирующего водорода, % (масс): H_2 – 99,7; примеси – 0,3.

2. Составить материальный баланс реактора полимеризации этилена под низким давлением. Исходные данные: производительность по полиэтилену 24 000 т/год; число часов работы реактора в году 7200; суммарные потери этилена и полиэтилена в процессе полимеризации $\text{П1} = 1,5 \%$ (масс); потери этилена на образование низкомолекулярных полимеров $\text{П2} = 2 \%$ (масс). Состав свежего этилена, % (масс): $\text{X}_{\text{CH}_4} = 0,2$; $\text{X}_{\text{C}_2\text{H}_4} = 99,5$; $\text{X}_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,3$. Содержание этилена в циркулирующем этилене $y = 0,98$; расход катализаторов: триэтилалюминия (ТЭА) $\text{Атэа} = 0,4$; тетрахлоридтитана (TiCl_4) $\text{аТicl}_4 = 0,6$. В реактор подается 1 %-ный раствор катализаторов в бензине; концентрация

полиэтилена в катализаторной пульпе $\rho = 130 \text{ кг/м}^3$ бензина; бензин используется в качестве растворителя, плотность бензина 0,7; давление в реакторе $P_p = 0,35 \text{ МПа}$.

Модуль 4 Вариант 0.

1. Составить материальный баланс сатуратора для нейтрализации G тонн фосфорной кислоты в производстве аммофоса. Состав экстракционной фосфорной кислоты, %: $P_2O_5 - cP_2O_5$; $SO_3 - cSO_3$, $MgO - cMgO$, $CaO - cCaO$, $Al_2O_3 - cAl_2O_3$, $Fe_2O_3 - cFe_2O_3$, $F - cF$. Состав жидкого аммиака: $NH_3 - cNH_3$ %, $H_2O - cH_2O$. В процессе насыщения кислоты аммиаком испаряется m кг воды на 1000 кг кислоты. Содержание аммиака в нейтрализованной пульпе составляет x % от общего количества P_2O_5 , табл.1.

Таблица 1

G, тн	5	3	7	9	4	2	8	10	12	6
cP_2O_5 , %	24,8	25,3	25,0	25,9	25,2	24,7	24,9	25,9	24,7	26,1
cSO_3 , %	3,56	3,87	3,64	3,75	3,28	3,15	3,98	3,17	3,25	3,64
$cMgO$, %	3,52	3,78	3,41	3,29	3,61	3,58	3,27	3,19	3,33	3,42
$cCaO$, %	0,31	0,28	0,18	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,20	0,25
cAl_2O_3 , %	1,41	1,38	1,27	1,19	1,25	1,29	1,34	1,28	1,25	1,20
cFe_2O_3 , %	1,26	1,24	1,31	1,35	1,24	1,41	1,19	1,32	1,33	1,17
cF , %	2,17	2,34	1,98	1,86	1,75	2,11	2,05	2,18	2,07	2,01
cNH_3 , %	98,3	97,5	99,1	98,8	98,6	98,5	99,2	97,9	97,6	99,1
cH_2O , %	1,7	2,5	0,9	1,2	1,4	1,5	0,8	2,1	2,4	0,9
m , кг	85	81	83	78	79	72	73	80	84	85
x , %	26,5	26,3	26,8	27,1	27,5	27,3	27,2	28,1	28,3	27,1

2. Составить материальный баланс получения азотнокислой вытяжки разложением G тонн апатитового концентрата азотной кислотой концентрацией $cHNO_3$.

Избыток кислоты – a % от стехиометрического количества. Состав апатитового концентрата, %: $P_2O_5 - cP_2O_5$; $CaO - cCaO$, $Ce_2O_3 - cCe_2O_3$, $Fe_2O_3 - cFe_2O_3$, $F - cF$, $Fe_2O_3 - cFe_2O_3$, $SiO_2 - cSiO_2$, $H_2O - cH_2O$. Состав жидкого аммиака: $NH_3 - cNH_3$ %, $H_2O - cH_2O$. Степень извлечения компонентов апатита при разложении: P_2O_5 , CaO , $Ce_2O_3 - x_1$ %, $F - x_2$ %, $Fe_2O_3 - x_3$ %, табл.2.

Таблица 2

G, тн	10	12	9	8	6	7	11	5	13	4
$cHNO_3$, %	45,3	44,9	44,7	45,1	45,6	45,0	45,4	44,8	45,0	45,2
a , %	6,1	5,4	4,6	4,8	5,2	5,0	5,1	5,8	5,7	5,3
cP_2O_5 , %	37,9	38,5	39,4	39,1	38,4	38,1	39,8	37,7	39,2	39,6
$cCaO$, %	53,2	52,7	51,8	51,6	52,9	52,7	50,6	53,5	52,8	51,3
cCe_2O_3 , %	0,81	0,92	0,95	1,02	1,15	0,79	1,21	1,16	0,76	1,98

%										
cFe2O3, %	0,92	0,81	1,84	0,84	1,36	0,99	0,79	0,83	1,01	1,25
cF, %	2,96	3,11	2,03	3,03	2,25	3,33	3,16	2,60	2,45	2,13
cSiO2, %	1,85	1,36	1,51	1,64	2,03	2,21	1,88	1,42	1,31	1,72
cH. o, %	2,03	2,08	1,93	2,29	1,46	1,49	1,94	2,11	2,01	1,57
cH2O, %	0,33	0,52	0,54	0,48	0,45	0,39	0,62	0,68	0,46	0,45
x1, %	98,2	98,9	98,7	98,5	98,0	98,3	97,9	97,5	98,8	98,1
x2, %	95,4	96,1	95,8	95,2	95,6	96,3	94,9	94,7	95,1	96,0
x3, %	70,8	71,2	70,5	69,8	69,6	70,2	70,4	69,4	68,3	72,1

3. Составить материальный баланс разложения азотнокислой G тонн апатитового концентрата азотной и серной кислотами для производства нитрофоски с соотношением $P_2O_5_{вод} / P_2O_5_{цитр} = 1/1$.

Состав апатитового концентрата, %: $P_2O_5 - cP_2O_5$; $CaO - cCaO$, $Ce_2O_3 - cCe_2O_3$, $Fe_2O_3 - cFe_2O_3$, $F - cF$, $SiO_2 - cSiO_2$, $H_2O - cH_2O$.

Разложение апатита ведется при последовательной подаче кислот - сначала азотной, концентрацией $cHNO_3$, затем серной, концентрацией cH_2SO_4 .

Степень извлечения компонентов апатита при разложении: P_2O_5 , CaO , и $F - x_1 \%$, $Ce_2O_3 - x_2 \%$, $Fe_2O_3 - x_3 \%$, табл.3.

Таблица 3

Задание	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
G, тн	9	7	8	11	12	6	14	10	13	15
cP2O5, %	37,9	38,5	39,4	39,1	38,4	38,1	39,8	37,7	39,2	39,6
cCaO, %	53,2	52,7	51,8	51,6	52,9	52,7	50,6	53,5	52,8	51,3
cCe2O3, %	0,81	0,92	0,95	1,02	1,15	0,79	1,21	1,16	0,76	1,98
cFe2O3, %	0,92	0,81	1,84	0,84	1,36	0,99	0,79	0,83	1,01	1,25
cF, %	2,96	3,11	2,03	3,03	2,25	3,33	3,16	2,60	2,45	2,13
cSiO2, %	1,85	1,36	1,51	1,64	2,03	2,21	1,88	1,42	1,31	1,72
cH. o, %	2,03	2,08	1,93	2,29	1,46	1,49	1,94	2,11	2,01	1,57
cH2O, %	0,33	0,52	0,54	0,48	0,45	0,39	0,62	0,68	0,46	0,45
cHNO3, %	47,3	46,9	46,7	47,1	47,0	46,8	47,5	46,6	47,5	47,4
cH2SO4, %	92,8	93,0	93,2	92,5	92,6	93,4	93,5	93,1	92,7	92,8
x1, %	98,2	98,9	98,7	98,5	98,0	98,3	97,9	97,5	98,8	98,1
x2, %	95,4	96,1	95,8	95,2	95,6	96,3	94,9	94,7	95,1	96,0
x3, %	70,8	71,2	70,5	69,8	69,6	70,2	70,4	69,4	68,3	72,1

Модуль 5

Вариант 0.

1. Составить материальный баланс колонн концентрирования гидропероксида изоиропилбензола (ГПИПБ) для случая, когда дистиллят обеих колонн поступает в окислительную шихту. Исходные данные: суммарное содержание гидропероксида и продуктов распада (ГП+ПР) в окислительной шихте—0,055; в реакционной массе—0,27. Количество, кг/ч:

окислительной шихты – 44897,2; реакционной массы – 41055,4; содержание ГП + ПР: в техническом ГП – 0,96; в остатке 1-й колонны – 0,7. Содержание ПР в окислительной шихте – 0,005; в реакционной массе – 0,02 масс, доли; в смеси ГП и ПР дистиллята 1-й колонны – 10; в смеси ГПИПР дистиллята 2-й колонны – 20 %.

2. Рассчитать расход реагентов, загрузку реактора и количество получаемых продуктов при прямой гидратации этилена. Исходные данные: производительность установки по этиловому спирту 12000 кг/ч; распределение этилена на образование продуктов (селективность), % (масс): этилового спирта $C_1=95,5$; диэтилового эфира $C_2 = 2$; ацетальдегида $C_3=1,5$; полимеров $C_4=1,0$; мольное соотношение водяной пар : $C_2H_4 = 0,7 : 1$; конверсия этилена 4,5%.

3. Определить количество реагентов и продуктов реакции гидрирования эфиров синтетических жирных кислот. Исходные данные: производительность установки по спиртам 9000 т/год; число дней работы установки в году 313; потери спиртов на всех стадиях производства 7,25% (масс); конверсия эфиров 98 %; селективность превращения эфиров в спирты 99% (масс); потери эфиров на стадии приготовления пасты 0,3%; состав фракции эфиров, % (масс): метиловые эфиры – 98,8; метанол – 1,0; вода – 0,2. Состав технического водорода, % (мол.): $H_2 - 99,8$; $N_2 - 0,2$; доля метиловых эфиров, гидрирующихся до предельных углеводородов 1 %; доля метанола, восстанавливающегося до метана, 1 %; расход катализатора в расчете на загрузку по эфирам 1,47 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

<i>Экзаменационные вопросы</i>		
№	вопрос	Краткое содержание ответа
1	Технологические и технико-экономические показатели химического производства	Понятие о химической технологии, химико-технологическом процессе, технологической схеме.
2	Сырье. Коэффициент использования сырья.	Виды сырья, подготовка сырья к переработке.
3	Энергия. Коэффициент использования энергии.	Виды и источники энергии, применяемые в ХТП.
4	Вода и ее применение в ХТП.	Характеристика вод, требования к питьевой и промышленной воде. Водоподготовка.
5	Основные закономерности химической технологии.	Классификация процессов, реакторов.
6	Равновесие в ХТП.	Факторы, влияющие на скорость протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах.
7	Катализ в химической промышленности	Определение, типы катализа, характеристики катализаторов
8	Стехиометрический баланс.	Понятие о стехиометрическом балансе, его функциях, применении в технологической схеме.
9	Расчеты по диаграммам двойных систем.	Понятие о диаграммах двойных систем. Принцип работы с ней. Основные параметры и функции
10	Расчеты по диаграммам тройных систем.	Понятие о диаграммах тройных систем. Принцип работы с ней. Основные параметры и функции
11	Расчет составов растворов. растворов.	Раствор, способы приготовления растворов: Разбавление, смешение, концентрирование. Применение растворов в ХТ.
12	Расчет состава и характеристик твердых материалов.	Классификация. Физико-химические основы процесса приготовления твердых материалов. Применение параметров в ХТ.
13	Производство серной кислоты.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
14	Производство аммиака.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
15	Производство азотной кислоты.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
16	Фосфорные удобрения. Фосфатное сырье и методы его переработки.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
17	Фосфор и фосфорная кислота.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
18	Суперфосфат.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
19	Двойной суперфосфат.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
20	Преципитат, кормовые и термические фосфаты	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
21	Азотные удобрения.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье

22	Производство аммиачной селитры.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
23	Производство карбамида.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
24	Производство сульфата аммония, нитрата кальция и натрия.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
25	Жидкие азотные удобрения.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
26	Калийные удобрения.	Классификация. Получение хлористого калия и сульфата калия. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
27	Биохимические производства	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
28	Электрохимические производства.	Теоретические основы промышленного электролиза. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
29	Производство хлора и гидроксида натрия.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
30	Производство металлов.	Основные способы производства металлов. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
31	Алюминий и способы его получения	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
32	Производство силикатных материалов. Вяжущие средства.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
33	Огнеупоры. Стекла	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
34	Химическая переработка топлив.	Виды и характеристика топлив. Установки для переработки топлива
35	Переработка твердого топлива.	Виды и характеристика топлив. Установки для переработки топлива
Вопросы для итогового зачетного задания-ДЗ		
1	Переработка нефти и нефтепродуктов.	Виды и характеристика топлив. Установки для переработки топлива
2	Переработка газообразного топлива	Виды и характеристика топлив. Установки для переработки топлива
3	Промышленный органический синтез.	Типовые процессы, применяемые в органическом синтезе.
4	Производство и переработка ацетилен, ацетальдегида.	Синтез уксусной кислоты и уксусного ангидрида. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
5	Производство метанола. Производство этанола.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
6	Производство формальдегида.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
7	Производство изопрена и	Физико-химические основы процесса.

	бутадиена –1,3.	Принципиальная технологическая схема. Сырье
8	Производство стирола. Производство капролактама.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
9	Производство ВМС.	Полимерные материалы, строение и свойства ВМС, способы производства. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
10	Эластомеры.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
11	Пластические массы.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
12	Химические волокна.	Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ФОРМА ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Министерство образования и науки Российской Федерации
 ГОУ ВПО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
 Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Дисциплина «Химическая технология»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Технологические и технико-экономические показатели химического производства
2. Электрохимические производства. Теоретические основы промышленного электролиза.
3. Производство серной кислоты. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема
4. Сжигаем уголь следующего состава: С =83.2%,Н=4.3%,О =2.1%, N = 1.3, S =0.8, зола =4%, влажность 2.9%. Расчет проводим для 100кг угля;2,1кг кислорода связывают $2.1 \cdot 2/16=0.26$ кг водорода, образуя 2,36кг воды. Избыток воздуха равен 20% ($\lambda = 1.2$).
 Определить:
 - 1) Сухие продукты сгорания (содержание $\text{CO}_2 + \text{SO}_2$);
 - 2) Количество воздуха, необходимое для сжигания;
 - 3) Количество влажных продуктов сгорания.

Преподаватель
 Зав. кафедрой

Петухова Е.А..
 Зыкова И.В.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

**Технологическая карта дисциплины «Химическая технология»
для специальности 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»**

Трудоемкость дисциплины 143Е = 50 б.*14=700 баллов.

Семестр Недели	Этапы рубежного контроля	Виды учебной работы и трудоемкость в баллах					
		Аудиторный контроль теорети- ческих знаний	Выполнение лабораторных работ, оформление отчетов	Домашние практические задания.	Оценка по итогам работы студента в семестре	Творчески й рейтинг	Экзаме н (дифф.з ачет)
6 с		0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50
1-9	1 этап	Тест№1 (10б.) Тест№2 (10б.) Тест№3 (10б.)	ЛРН№1 (9б.) ЛРН№2 (8б.) ЛРН№3 (8б.)	ДЗ№1 (10б.) ДЗ№2 (8б.)			
		0 – 30	0 – 25	0 – 18			
10-18	2 этап	Тест№4 (8б.) Тест№5 (7б.) Тест№6 (5б.)	ЛРН№4 (9б.) ЛРН№5 (8б.) ЛРН№6 (8б.)	ДЗ№3 (8б.) ДЗ№4 (9б.)		доклад с презента- цией	
		0 – 20	0 – 25	0 – 17		0 – 15	
	сессия	0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50
7 с		0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50
1-9	1 этап	Тест№7 (10б.) Тест№8 (10б.) Тест№9 (10б.)	ЛРН№7 (9б.) ЛРН№8 (8б.) ЛРН№9 (8б.)	ДЗ№5 (10б.) ДЗ№6 (8б.)			
		0 – 30	0 – 25	0 – 18			
10-18	2 этап	Тест№10 (8б.) Тест№11 (7б.) Тест№12 (5б.)	ЛРН№10 (9б.) ЛРН№11 (8б.) ЛРН№12 (8б.)	ДЗ№7 (8б.) ДЗ№8 (9б.)		доклад с презента- цией	
		0 – 20	0 – 25	0 – 17		0 – 15	
	сессия	0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50
8 с		0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50
1-9	1 этап	Тест№13 (10б.) Тест№14 (10б.) Тест№15 (10б.)	ЛРН№13 (9б.) ЛРН№14 (8б.) ЛРН№15 (8б.)	ДЗ№5 (10б.) ДЗ№6 (8б.)			
		0 – 30	0 – 25	0 – 18			
10-18	2 этап	Тест№16 (8б.) Тест№17 (7б.) Тест№18 (5б.)	ЛРН№16 (9б.) ЛРН№17 (8б.) ЛРН№18 (8б.)	ДЗ№7 (8б.) ДЗ№8 (9б.)		доклад с презента- цией	
		0 – 20	0 – 25	0 – 17		0 – 15	
	сессия	0 – 50	0 – 50	0 – 35	0	0 – 15	0 – 50

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины «Химическая технология»

6-ий семестр

1 этап (1-9 нед)

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 50 – 74 балла.
- стандартный (оценка «хорошо») – 75 – 89 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 90– 100 баллов.

за семестр (без экзамена):

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100 – 149 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 150 – 179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180 – 200 баллов.

всего:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 125 – 187 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 188 – 224 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 225 – 250 баллов.

7-ый семестр

1 этап (1-9 нед)

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 50 – 74 балла.
- стандартный (оценка «хорошо») – 75 – 89 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 90– 100 баллов.

за семестр (без экзамена):

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100 – 149 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 150 – 179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180 – 200 баллов.

всего:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 125 – 187 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 188 – 224 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 225 – 250 баллов.

8-ый семестр

1 этап (1-9 нед)

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 50 – 74 балла.
- стандартный (оценка «хорошо») – 75 – 89 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 90– 100 баллов.

за семестр (без экзамена):

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 90 – 112 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 113 – 134 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 135 – 150 баллов.

всего:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 120 – 149 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 150 – 179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180 – 200 баллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Карта учебно-методического обеспечения

дисциплины Химическая технология

Форма обучения: дневная

Часов: лекций – 72, лаб. раб. – 72, практ. занятий – 72, СРС – 72

Для специальности: 020201.65) – Фундаментальная и прикладная химия

Отделение ЕНПР Кафедра ФПХ

Таблица 1 – Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором используется	Число часов, обеспечи- ваемых изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ	Приме- чание
Кондауров Б.П. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов / Б.П.Кондауров, В.И.Александров, А.В.Артемьев. – М.: Академия, 2005. – 332 с.	ЛК ПР СРС	72 72 72	5	
Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов / В.С. В.С.Бесков.– М.: Академкнига, 2006. – 452с.	ЛК ПР СРС	72 72 72	2	
Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии: Учебное пособие для вузов. – М.: Владос, 2004. – 271 с.	ЛР ПР СРС	72 72 72	1	
Игнатенко В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Академкнига. – 2006. – 198 с.	ПР СРС	72 72	6	

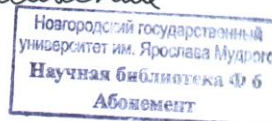
Таблица 2 – Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором используется	Кол. экз. в библ. НовГУ	Примечание
Рабочая программа по дисциплине «Химическая технология» / Сост. Петухова Е.А., 2014, 32 с.	ЛК, ЛР, СРС, ПР	2	novsu.ru
Общая химическая технология: методические указания к практическим работам по курсу «Химическая технология» / Сост. Е.А. Петухова. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2014. – 88 с.	ПР СРС		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1955

Химическая технология: сборник лабораторных работ: метод. указания к лабораторным работам по курсу «Химическая технология». Раздел 1/ Сост. Е.А. Петухова, Л.П. Грошева. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2014. – 75 с.	ЛР СРС		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1952
Получение и свойства высокомолекулярных соединений: метод. указания к лабораторным работам по курсу «Химическая технология» / Сост. Е.Н. Бойко, Е.А. Петухова. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2014. – 16 с.	ЛР СРС		https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1953

Учебно-методическое обеспечение дисциплины 100%.

Сопровождено с зав. отд. обеспечения
И.Б. /Кастушкевич Е.П./ /И.В. Зыкова



Действительно для учебного года 2014/2015

Зав. кафедрой ФПХ И.В. Зыкова И.В. Зыкова