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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСХПР
_____ Козина А.М.
28 февраля 2017 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Учебный модуль по специальности
04.05.01 — Фундаментальная и прикладная химия

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела
_____ Даниленко Л.Б.

"27" февраля 2017 г.

Разработали

Доцент КФПХ
_____ Петухова Е.А.
ст. преподаватель КФПХ
_____ Телешова Е.Н.

"20" февраля 2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 6 от 21.02 2017
Заведующий кафедрой
_____ И.В.Зыкова

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Цель учебного модуля (УМ) «Химическая технология»: формирование у студентов владения общими закономерностями химической технологии, аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

Задачи УМ «Химическая технология», решение которых обеспечит достижение цели:

– сформировать теоретический фундамент современной химической технологии;

– изучить наиболее типичные химико-технологические процессы, реакторы и химико-технологические системы (ХТС);

– изучить основы химической технологии ряда производств и подготовки воды.

2 МЕСТО УЧЕБНОГО МОДУЛЯ В СТРУКТУРЕ ОП СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Модуль «Химическая технология» в учебном плане для специальности 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия входит в базовую часть (код СП.Б7). Модуль базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении модулей: «Неорганическая химия» (СП.Б.1), «Аналитическая химия» (СП.Б.2), «Физическая химия» (СП.Б.3). Студенты должны знать основные классы неорганических и неорганических веществ, основные их свойства. Студенты должны иметь представление о способах проведения химического анализа. Знания, полученные при изучении УМ «Химическая технология», используются при освоении модуля: «Технология минеральных удобрений и солей» (СП.В.1).

3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций: владение основными химическими, физическими и техническими аспектами химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-8).
В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции ПК -8		
уровень освоения - продвинутый		
Знать	**Уметь**	**Владеть**
основы производственной деятельности; основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры, методы оценки	применять знания о химических производствах для предупреждения и устранения причин нарушений параметров технологического процесса	методикой анализа причин нарушений параметров технологического процесса

эффективности производства; основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат		

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Модуль входит в базовую часть блока модулей, изучается в шестом, седьмом и восьмом семестрах дневной формы обучения.

Распределение трудоёмкости УМ

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам			Коды формируемых компетенций
		6	7	8	
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ)	14	5	5	4	ПК-8
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	
Итого		144	144	144	
Аттестация:		экзамен	экзамен	диф.зачет	

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) как самостоятельные единицы

Учебная работа (УР)	Всего	Коды формируемых компетенций
Трудоемкость модуля в зачетных единицах	14	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (а. ч.):		
УЭМ 1 Химическая технология как наука - лекции	6	ПК-8

- практические занятия (аудиторная СРС) - лабораторные работы - внеаудиторная СРС	8 8 24	
УЭМ 2 *Физико-химические закономерности технологических процессов* - лекции - практические занятия (аудиторная СРС) - лабораторные работы - внеаудиторная СРС	 6 8 8 24	ПК-8
УЭМ 3 Сырье. Энергия, вода - лекции - практические занятия (аудиторная СРС) - лабораторные работы - внеаудиторная СРС	 12 8 8 24	ПК-8
Аттестация: экзамен по УЭМ 1 – УЭМ 3	36	
УЭМ 4 Важнейшие химические производства - лекции - практические занятия (аудиторная СРС) - лабораторные работы - внеаудиторная СРС	 24 24 24 72	ПК-8
Аттестация: экзамен по УЭМ 4	36	
УЭМ 5 Промышленный органический синтез - лекции - практические занятия (аудиторная СРС) - лабораторные работы - внеаудиторная СРС	 24 24 24 72	ПК-8
Аттестация: дифференцированный зачет по УЭМ 5	-	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ 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.

УЭМ 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 режим 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).

УЭМ 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. Оборотная вода, ее охлаждение и водоподготовка. Основные направления сокращения расхода воды в промышленности.

УЭМ 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 получение 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 фосфорной кислоты

Свойства и области применения фосфорной кислоты. Значение фосфорной кислоты для народного хозяйства. Сырье фосфорнокислотной промышленности. Основные стадии производства фосфорной кислоты.

Экстракционный метод производства фосфорной кислоты способом сернокислотного разложения фторапатитов. Физико-химические основы процесса. Основные стадии производства ЭФК: Дозирование фосфатного сырья и кислоты.

Производство фосфорной кислоты электротермическим методом. Физико-химические основы процесса.

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.

Двухванные 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 ванные печи.

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

Огнеупоры. Основные виды огнеупорных материалов. Алюмосиликатные 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.

УЭМ 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. Новолаки и резолы, 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.

4.3 Содержание практических занятий

Номер раздела УЭМ	Наименование темы практического занятия	Трудоемкость, ак.час
	6 семестр	
1	1.Определение основных технологических критериев химико-технологического процесса	6
	2.Термодинамические расчеты химико-технологических процессов	6
2	3.Расчеты с использованием законов химической кинетики	3
	4.Расчетное определение некоторых свойств растворов солей	3
	5.Расчёт значений константы равновесия для интервала температур	3
3	6. Расчет оптимальных параметров работы реакторов различного типа	

	7 семестр	
4	1.Графические построения и расчеты по диаграмме двойных систем	6
	2.Графические построения и расчеты по диаграмме тройных систем	6
	3.Составление и расчет материальных и энергетических (тепловых) балансов химико-технологических процессов. Пример расчета конкретного промышленного процесса.	3
	4.Составление кинетических моделей гетерогенных процессов	3
	5.Определение расходных коэффициентов по сырью	3
	6.Анализ процессов абсорбции в производстве кислот	3
	8 семестр	
5	1.Стандартизация и сертификация неорганических и органических продуктов	6
	2.Выбор способа, обеспечивающего максимальный выход, наилучшее качество, минимальное количество отходов.	12
	3.Оценка возможности использования отходов.	6

4.4 Лабораторный практикум

№ УЭМ	№ ЛР	Наименование темы лабораторного занятия	Трудо-емкость, ак.час
6 семестр			
2	1	Определение дисперсности, плотности твердых сыпучих материалов, плотности и вязкости жидкостей	3
	2	Определение параметров работы проточного реактора идеального смешения.	3
	3	Определение параметров работы проточного реактора идеального вытеснения.	3
	4	Сравнение эффективности работы реакторов идеального смешения и идеального вытеснения равных объемов	3
3	5	Моделирование процесса ионообменной сорбции в динамическом режиме	3
	6	Определение показателей качества природных вод.	3
	7	Водоподготовка (умягчение воды). Определение доз минеральных коагулянтов	3
	8	Определение показателей качества сточных вод	3

7 семестр			
4	1(9)	Получение и анализ медного купороса	3
	2(10)	Получение и аналитический контроль хлорида бария	3
	3(11)	Получение и аналитический контроль хлорида калия в сильвините	3
	4(12)	Получение искусственного карналлита из хлормагниевого щелока	6
	5(13)	Приготовление и очистка рассола в производстве кальцинированной соды	3
	6(14)	Анализ промышленной серной кислоты	3
	7(15)	Электрохимическое получение хлора и щелочи электролизом водных растворов хлорида натрия	3
8 семестр			
5	1(16)	Анализ формалина. Анализ фенола. Получение и анализ фенолоформальдегидного олигомера	6
	2(17)	Получение фенолоформальдегидного новолачного олигомера	6
	3(18)	Получение фенолоформальдегидного резольного олигомера.	6
	4(19)	Получение и анализ карбамидоформальдегидного олигомера марки КФ-А	3
	5(20)	Получение карбамидоформальдегидного пенопласта методом химического вспенивания	3

4.5 Курсовые проекты (работы)

Курсовая работа проводится в рамках НИРС по химической технологии.

4.6 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). СРС используется для актуализации имеющихся знаний и создания мотивации к дальнейшему изучению дисциплины.

Домашние задания для СРС выполняются при подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Они включают в себя: работу с литературными источниками, составление таблиц, решение примерных тестовых заданий, составление схем химических производств, составление химических реакций, подготовку к семинарам и контрольным работам.

Аудиторная СРС включает выполнение контрольных работ и проведение

семинарских занятий по определенной проблеме. Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий по освоению каждого элемента модуля даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами 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 дисциплины 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».

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

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

представлено **картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса изучения дисциплины «Химическая технология» необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами для демонстрации лекций-презентаций, презентаций проектов 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 $0,1^0$;
- калориметры;
- весы технические электронные с точностью до 0,01г;
- pH-метры;

- выпрямители;
- электроплитки;
- химическая посуда;
- водяная баня;
- таблицы.

Приложения (обязательные)

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля.

Б – Технологическая карта.

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Химическая технология»

Общие рекомендации для организации учебного процесса при освоении учебного модуля

Модульно-рейтинговое обучение при разработке учебного модуля «Химическая технология» выразилось в следующих аспектах:

– содержание модуля сформировано из пяти разделов (УЭМ), каждый последующий базируется на предыдущем и повышает уровень освоения компетенции ПК-8:

– в процессе освоения модуля студенты (в результате участия в интерактивных формах обучения, выполнения творческих заданий), имеют возможность увеличивать и самостоятельно регулировать уровень знаний, умений и навыков, тем самым могут повышать или понижать свой рейтинг.

Рейтинговая оценка содержится в Технологической карте учебного модуля (Приложение Б рабочей программы учебного модуля).

Методические рекомендации устанавливают порядок и методику изучения теоретического и практического материала учебного модуля. Методические рекомендации составляются по каждому виду учебной работы, включенные в модуль. Методические рекомендации должны нацеливать студента на творческую самостоятельную работу, не должны подменять учебную литературу и справочники, давать готовых решений поставленных перед студентом задач.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Химическая технология» используются различные образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем

аналитической химии на лекциях, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении учебно-исследовательских лабораторных работ, решение задач повышенной сложности.

4. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

Методические рекомендации по организации теоретических занятий

При изучении модуля одной из ведущих форм организации процесса обучения является лекция – систематическое, последовательное изложение теоретического материала.

Вводная лекция дает первое целостное представление о цели и задачах программы и ориентирует студентов в системе работы по данному курсу. На вводной лекции дается краткий обзор курса, перечисляются достижения в развитии науки и практики, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции сообщаются методические и организационные особенности работы в рамках курса, а также дается анализ учебно-методической литературы, рекомендуемой студентам.

Лекция-информация ориентирована на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию.

Обзорная лекция связана с систематизацией научных знаний, представлением ассоциативных связей в процессе осмысления информации, исключая детализацию и конкретизацию. Стержень излагаемых теоретических положений составляет научно-понятийная и концептуальная основа всего курса или основных его разделов.

Проблемная лекция. На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или учебной ситуации (УС). При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных точек зрения и инновационных подходов.

Лекция-визуализация представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами аудиовидеотехники. Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов.

Лекция-конференция проводится как научно-практическое занятие с заранее поставленной проблемой и системой докладов длительностью 5–10 минут. Каждое выступление представляет собой логически законченный текст, заранее подготовленный в рамках предложенной преподавателем темы. Совокупность

представленных текстов позволяет всесторонне осветить проблему. В конце лекции преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений студентов, дополняя или уточняя предложенную информацию, и формулирует обоснованные выводы.

Лекция-консультация может проходить по разным сценариям. Первый вариант осуществляется по типу «вопросы – ответы». Преподаватель отвечает в течение лекционного времени на вопросы студентов по всему разделу или всему курсу. Второй вариант такой лекции, представляемой по типу «вопросы – ответы – дискуссия», является трояким сочетаниям: изложение новой учебной информации лектором, постановка вопросов и организация дискуссии в поиске ответов на поставленные вопросы.

Дополнительная литература, рекомендуемая для освоения модуля

1.Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов / В.С. В.С.Бесков.– М.: Академкнига, 2006. – 452с

2. Кондауров Б.П. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов / Б.П.Кондауров, В.И.Александров, А.В.Артемьев. – М.: Академия, 2005. – 332 с

Методические рекомендации по организации практических занятий и СРС

В образовательном процессе более половины учебных часов отводится на самостоятельную работу студентов, которая включает:

– работа с лекционным материалом;
– изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
– подготовка к коллоквиумам и контрольным работам;
– оформление отчетов по лабораторным работам и защита лабораторных работ;
– подготовка к экзамену или зачету

Самостоятельная работа студентов планируется по следующим основным направлениям:

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

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

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.

Темы для самостоятельного изучения

УЭМ 1 «Химическая технология как наука»

Экономические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу и пути их реализации.

УЭМ 2 «Физико-химические закономерности технологических процессов»

Типы технологических схем: с открытой цепью, с частичной рециркуляцией, циркуляционные (круговые).

УЭМ 3 « Сырье. Энергия, вода»

Значение переработки вторичного сырья. Замена пищевого сырья синтетическим.

УЭМ 4 « Важнейшие химические производства»

Электротермические и электрохимические процессы. Теоретические основы промышленного электролиза.

Вяжущие средства. Производство портландцемента.

УЭМ 5 «Промышленный органический синтез».

Производство капролактама прямым окислением циклогесана.

Эластомеры (каучуки). Особенности высокоэластичного состояния ВМС.

Практические занятия

Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности обобщать знания и применять их при решении конкретных задач используется практическая работа. На практических занятиях проводятся контрольные работы (КР). Они содержат тестовые задания, расчетные задачи, вопросы по химическим процессам. Для закрепления знаний и умений используются семинары. Контроль знаний студентов при проведении практических занятий осуществляется в ходе собеседования, дискуссии и тестирования.

Для закрепления знаний, полученных на практических занятиях и при подготовке к коллоквиумам и контрольным работам рекомендуется рассмотреть примеры решения задач по изученным темам и самостоятельно прорешать несколько задач, приведенных в учебных пособиях. Также, для закрепления и более качественного освоения разделов дисциплины предлагается выполнение домашних заданий (ДЗ):

№ ДЗ	Тема домашнего задания
1	Технологические и технико-экономические показатели химического производства
2	Производство портландцемента
3	Законы, лежащие в основе промышленного электролиза
4	Аппаратное оформление ХТП

Домашние задания делаются по вариантам (номер варианта соответствует порядковому номеру в списке группы).

Литература для подготовки к контрольным работам и семинарам

1. Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии: Учебное пособие для вузов. – М.: Владос, 2004. – 271 с.
2. Игнатенко В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Академкнига. – 2006. – 198 с
3. Общая химическая технология : метод. указания к практическим работам по курсу "Химическая технология" / сост. Е. А. Петухова

Образцы домашних заданий:

ДЗ 1: «Технологические и технико-экономические показатели химического производства»

Вариант 0 (образец)

1. Определить расходные коэффициенты сырья на производства V $м^3$ диоксида серы при обжиге материала, содержащего количество (в %) примесей.

Параметр	Величина
V, $м^3$	120000
Содержание примесей, % сера	5,2

2. Определить расходные коэффициенты сырья на производства вещества С, если первое сырье А содержит c_1 % примесей, а второе В концентрацией c_2 %.

Параметр	Величина
Наименование вещества С	K_2SO_4
Наименование сырья А	KCl
Содержание примесей, с %	3,8
Наименование сырья В	$H_2\ SO_4$
Концентрация, c_2 %	93,5

3. Определить выход продукта, если из *m* кг данного вещества получено m_1 кг продукта

Параметр	Величина
Масса вещества, *m* , кг	500
Наименование вещества/концентрация	HNO_3 , 45%
Масса продукта, m_1 , кг	250
Наименование продукт	Аммиачная селитра

4. Определить степень превращения компонента газа, если на процесс поступает газ объемом V $нм^3$ /час, содержащий с % об. компонента; а на выходе из

аппарата в газе содержится *m* кг/час компонента

Параметр	Величина
V газа, $нм^3$ /час	100000
Наименование компонента	SO_2
Содержание компонента на входе - c, % об.	5,9
Масса компонента на выходе - m, кг/час	320

ДЗ 2: «Законы, лежащие в основе промышленного электролиза»

Вариант № 0 (образец)

1.Вычислить массу хлора, вырабатываемого за год заводом, на котором установлено 5 серий по 150 электролизеров с железными катодами при непрерывной работе в течении 350 дней, силе тока 34000 А и выходе по току 95%. Определить мощность генератора переменного тока электростанции, обеспечивающий потребности завода в электрической энергии при напряжении донной серии 550 В, если КПД выпрямителя тока составляет 95%.

2.Вычислить теоретический и практический расход электроэнергии на 1т 100% NaOH для электролиза раствора хлорида натрия с ртутным катодом. Теоретическое напряжение разложения равно 3,168 В. Определить выход по энергии, если практическое напряжение разложения 4,4 В, а выход по току 92,5%.

3.При электролитическом получении магния в качестве электролита может служит расплавленных хлорид магния. Вычислите выход по току, если в ванне, работающем при силе тока 40000 А, в течении 5 ч, выделилось 72,6 кг магния. 4.Определить количество электричества, необходимое для выделения 1 м3 водорода и 0,5 м3 кислорода, получаемое при электролизе воды. Теоретическое напряжение воды равно 1,23 В, а фактическое превышает его в 1,5 - 2 раза. Рассчитать фактический расход электрической энергии.

5.При электролизе раствора содержащего 2,895 г смеси $FeCl_2$ и $FeCl_3$, на катоде выделилось 1,12 г металла. Вычислите массовую долю каждого из компонентов исходной смеси, если электролиз проводили до полного осаждения железа.

ДЗ 3: «Производство портландцемента».

Вариант № 0 (образец)

1. Из одного и того же вещества изготовлены два материала. У первого материала водопоглощение по объему составило 30%, а водопоглощение по массе – 15%; у второго материала соответственно 12% и 6%. Какой материал плотнее?
2. Масса сухого образца - ракушечника – 7 кг. После полного водонасыщения его масса стала равной 7,5 кг. Определить расчетным путем водопоглощение по объему и пористость ракушечника, если средняя плотность его равна 1400 кг/м^3, а истинная плотность – 2600 кг/м^3.
3. Водопоглощение бетона по массе и объему соответственно 3,4% и 8,3%. Рассчитать пористость бетона, если его истинная плотность 2,64 г/см^3.
4. Строительный материал характеризуется следующим химическим составом, масс.%: CaO – 37, MgO – 9, SiO_2 – 28. Рассчитать модуль основности материала и определить, в какой химической среде он будет более стоек.
5. Определить выход обожженной извести и ее активность (содержание CaO). Известь получена в результате обжига 25 т известняка, имеющего природную влажность 5 % и содержащего 8 % глинистых и 12 % песчаных примесей. К какому сорту будет относиться полученная комовая известь?

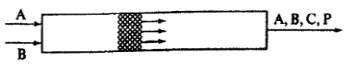
ДЗ 4: «Аппаратное оформление ХТП»

0 вариант

1. Экстрактивная дистилляция осуществляется с помощью:

А) жидкого поглотителя;
Б) избирательного растворителя;
В) твёрдого поглотителя;

2. Что изображено на рисунке?



А) реактор идеального смешения;
Б) реактор идеального вытеснения;
В) адиабатический реактор.

3.Центральная газофракционная установка включает в себя колонны

А) экстракционные;
Б) ректификационные;
В) абсорбционные;

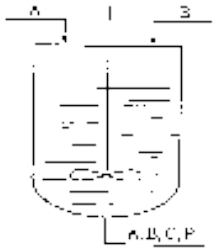
4.Подвод реагента А к поверхности твердой частицы через слои газа, обедненный этим компонентом называется…

А) внешняя диффузия;
Б) внутренняя диффузия;
В) химическая реакция.

5. Теплообменники предназначены:

А) для охлаждения или нагрева продукта;
Б) выделение целевого продукта;
В) проведение реакций;
Г) очистки целевого продукта

6.Что изображено на рисунке?



А) реактор идеального смешения;
Б) реактор идеального вытеснения;
В) адиабатический реактор.

Вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум 1

«Термодинамические расчеты химико-технологических процессов»

1.Сформулируйте основной круг задач, решаемых в химической технологии при выборе технологического режима на основании законов химической термодинамики.
2.Как определить направленность химической реакции? Как, сравнивая значения энергии Гиббса ΔG для различных реакций, определить, какая из них является спонтанной (самопроизвольной)?
3.Сформулируйте основные условия устойчивого равновесия.
4.Что характеризует химическое равновесие?
5.Вычислите величины *К*с, *KN*, *Кп* для равновесной реакции
$C_6H_5 - C_2H_5 \Leftrightarrow C_6H_5–CH=CH_2+H_2$, если при температуре 580 °С найдена *К*р = 0,20, общее давление *p* = 0,005 МПа.
6.Сформулируйте принцип Ле Шателье. Как он помогает предсказать влияние изменения температуры и давления на состояние равновесия химической реакции?
7.Используя принцип Ле Шателье, проанализируйте для приведенных реакций все возможные способы смещения равновесия вправо:
$N_2+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3$ $\Delta H<0$;
$CH_4+H_2O \Leftrightarrow CO+3H_2$ $\Delta H>0$;
$CO+H2O \Leftrightarrow CO+H_2$ $\Delta H<0$;
$2C_2H_5OH \Leftrightarrow C_4H_6+2H_2O+H_2$ $\Delta H > 0$.
8.Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента *A* по известной величине *К*с (для реакции $2A \Leftrightarrow R$).
9.Выведите уравнение для расчета равновесной степени превращения реагента А по известным значениям *К*р и давления *p* в системе для реакции
$A + B \Leftrightarrow R$.
10. Выведите уравнение для расчета равновесного состава участников реакции синтеза аммиака по известным значениям *К*р, и давления *p* в системе.
11. Рассчитайте константу равновесия для реакции $CO_2 + C \Leftrightarrow 2CO$, если известно, что для CO_2 ΔG_{298}^o = –394572 и для CO ΔG_{298}^o = –137334 Дж/моль.
12. Найдите константу равновесия при температурах 500 и 2000 К для реакции $H_2O + CO \Leftrightarrow H_2 + CO_2$, если ΔG_{500}^o = 20,2 кДж/моль и ΔG_{2000}^o = 25,3 кДж/моль.
13. Почему можно исключить из выражения для константы равновесия концентрации компонентов, являющихся чистыми твердыми веществами или жидкостями?

Коллоквиум 2
«Расчеты с использованием законов химической кинетики»

1.Чем различаются определения скорости гомогенной и гетерогенной химических реакций?
2.Как взаимосвязаны между собой реальные скорости образования или расходования отдельных участников реакции $aA + bB \rightarrow rR + sS$?
3.В чем заключается различие между микрокинетикой и макрокинетикой?

4.Что такое частный порядок реакции по компоненту *J*? Как взаимосвязаны частные порядки по разным компонентам и общий порядок реакции?
5.Какие реакции называют простыми, формально простыми, сложными?
6.Как составляют кинетические уравнения простых реакций?
7.Как составляют кинетические уравнения сложных реакций:
а) с известным механизмом реакции;
б) с неизвестным механизмом реакции?
8.Используя правило составления кинетических уравнений сложных реакций, запишите кинетические уравнения для расчета скорости по веществам *A*, *B*, *R* и *M* для сложной реакции $A + B \Leftrightarrow R + S$ и $A + R \Leftrightarrow M$
9.При постоянной температуре протекают две параллельные реакции: $A \Leftrightarrow R$ и $A \Leftrightarrow S$ характеризующиеся значениями констант скорости $k_1 = 10^{-3}$ с$^{-1}$, $k_2 = 10^{-2}$с$^{-1}$. Перед началом реакции $cA,0 = 2$ кмоль/м^3, $cR,_0 = CS,_0 = 0$. Определите значения скорости химической реакции по исходному реагенту *A* ($w > rA$) и продукту *S* в момент времени, когда $cR = 0{,}05$ кмоль/м^3, $CS = 0{,}5$ кмоль/м^3.
10.Две параллельные реакции характеризуются одинаковым порядком и различными значениями энергии активации: энергия активации целевой реакции равна 84 кДж/моль, энергия активации побочной реакции – 45 кДж/моль. Как повлияет увеличение температуры на дифференциальную селективность?

Коллоквиум 3

«Расчетное определение некоторых свойств растворов солей. Расчёт значений константы равновесия для интервала температур»

1.Дать определение аддитивности и аддитивного метода расчета свойств соединений. Привести примеры.

2.Графическое изображение изопиет воды в растворах. Уравнение изопиет для смешанных растворов.

3.Расчет плотности растворов. Применяемые методы. Привести примеры.

4.Расчет температур кипения и замерзания. Правило Бабо. Поправка Стабникова.

5.Расчет давления паров воды над раствором. Метод Здановского. Привести пример расчета.

6.Расчет теплоемкости растворов. Способ Микулина. Привести пример.

7.Расчет коэффициента вязкости жидкостей. Номограмма Дэвиса.

Коллоквиум 4

«Графические построения и расчеты по диаграмме двойных систем. Графические построения и расчеты по диаграмме тройных систем»

1. Построение и исследование диаграммы состояния двойной системы (на примере La — Sb) . Построение и исследование диаграммы состояния La — Sb по следующим пунктам:

1. Построить диаграмму состояния в La — Sb масс.д. и молек.д., определить тип диаграммы состояния, дать фазовый состав всех ее областей.

2 Установить формулы химических соединений, если таковые имеются на заданной диаграмме состояния La — Sb .

3 Указать температуру начала и конца кристаллизации для расплава системы, La — Sb содержащей 0,6 ат.д. Sb .

4 Определить природу и состав первых выпавших кристаллов из расплава, содержащего, 0,6 ат.д. Sb , а так же состав последних капель этого расплава.

5 По правилу рычага для системы La — Sb содержащей 0,6 ат.д. Sb , при температуре 1200^{o} C, определить массы равновесных фаз, если было взято 50 г исходного сплава.

6 Найти число степеней свободы, в точках, соответствующих следующему составу системы и температуре:

Состав 0,4 ат.д. Sb , температура 1690^{o} C

Состав 0,2 ат.д. Sb , температура 800^{o} C

Состав 0.8 ат.д. Sb , температура 1400^{o} C

7 Нарисовать кривую охлаждения для системы, содержащей, 0,6 ат.д. Sb , и дать полное описание процесса охлаждения.

Коллоквиум 5

«Составление кинетических моделей гетерогенных процессов»

1. В чем заключается главная кинетическая особенность гетерогенных

химических процессов?
2. Какие кинетические модели обычно используют для описания гетерогенных процессов в системах «газ – твердое», «газ – жидкость»?
3. Какой смысл вкладывается в понятия «кинетическая область гетерогенного процесса» и «диффузионная область»?
4. Как увеличить коэффициент массоотдачи на стадии внешней диффузии?
5. Выведите уравнение для расчета константы скорости гетерогенного процесса в системе «газ – твердое», включающего химическую реакцию первого порядка.
6. Изобразите профиль изменения концентрации газообразного реагента, при протекании гетерогенного процесса, описываемого моделью с фронтальным перемещением зоны реакции в случаях:
а) когда гетерогенный процесс лимитируется внешней диффузией;
б) когда гетерогенный процесс лимитируется внутренней диффузией;
в) когда гетерогенный процесс лимитируется химической реакцией;
г) когда гетерогенный процесс не имеет лимитирующей стадии (протекает в переходной области).
7. Сформулируйте основные свойства лимитирующей стадии.
8. Как определить лимитирующую стадию гетерогенного процесса, экспериментально изучая влияние температуры на скорость образования продуктов в ходе этого процесса?
9. Как определить лимитирующую стадию гетерогенного процесса в системе «газ – твердое», используя теоретические зависимости между временем пребывания в реакторе и степенью превращения твердой фазы для различных областей протекания гетерогенного процесса?
10. В чем заключаются различия в расчете реакторов для проведения гетерогенных процессов в системе «газ – твердое» в случаях, когда твердая фаза состоит из частиц одного размера и когда она характеризуется каким-то распределением частиц по размерам?
11. Какая величина называется коэффициентом ускорения абсорбции? Почему можно говорить об ускорении абсорбции, если в жидкой фазе протекает химическая реакция?
12. Сравните достоинства и недостатки пленочной модели и моделей обновления поверхности, используемых при описании газожидкостных реакций.

Коллоквиум 6
«Элементы расчетов химических реакторов различного типа»

1. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.
2. Каковы основные причины отклонения от идеальности в реальных реакторах смешения?
3. Почему при составлении балансовых уравнений для реактора идеального смешения в качестве элементарного объема может быть принят полный объем реактора?

4.Составьте уравнение материального баланса для периодического реактора идеального смешения.
5.Проанализируйте основные недостатки и достоинства реактора периодического действия. В каких производствах чаше встречаются такие реакторы?
6.Составьте уравнение материального баланса для стационарного проточного реактора идеального смешения.
7.В чем заключается различие между действительным и средним временем пребывания реагентов в проточном реакторе? Для какого типа проточных реакторов действительное и среднее время пребывания совпадают?
8.Определите объем проточного реактора идеального смешения, необходимый для достижения степени превращения исходного реагента xA = 0,85 при проведении реакции $2A \rightarrow R + S$, если cA,0=2,5 кмоль/м^3, k = 18,2 м^3/(кмоль·ч), реагенты подают в реактор с объемным расходом v = 1,2 м^3/ч.
9. Сформулируйте допущения модели идеального вытеснения. При каких условиях можно приблизиться в реальном реакторе к идеальному вытеснению?
10. Почему при ламинарном течении реакционного потока в проточном реакторе режим идеального вытеснения не может быть достигнут?
11. Составьте уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения в дифференциальной форме. Какие явления переноса (импульса, теплоты, массы) отражены в этом уравнении?
12. Определите объем реактора идеального вытеснения для проведения реакции $2A \rightarrow R + S$, если k = 5 м3/(кмоль·ч), cA,0 = 2 кмоль/м^3, объемный расход v = 12 м^3/ч, необходимая степень превращения xA – 0,75.

Коллоквиум 7
«Анализ процессов абсорбции в производстве кислот»

1.Определите величину адсорбции кислоты $C_8H_{17}COOH$ на поверхности водного раствора при 100С, если массовая доля кислоты в растворе 0,005%. Поверхностное натяжение чистой воды и раствора при этой температуре равны соответственно 74,22 · 10-3и 57,0 · 10-3Дж/м2.
2. Экспериментально установлено, что максимальная величина адсорбции ПАВ (М= 60 г/моль) некоторым адсорбентом составляет 5,0 · 10^3мольг. Величина К равна 0,06 моль/л. Какая масса (в граммах) вещества адсорбировалась двумя граммами данного адсорбента из раствора, если равновесная концентрация ПАВ стала равна 0,1 моль/л?
3. При 200С поверхностное натяжение 0,2 М водного раствора ПАВ равно 55 · 10^{-3} Дж/м^2. Вычислите величину адсорбции ПАВ (поверхностное натяжение воды при 200С равно 75,75 · 10^{-3} Дж/м^2).
4.Экспериментально установлено, что величина максимальной адсорбции

пропионовой кислоты на угле $3{,}0 \cdot 10^{-3}$моль/г; коэффициент К равен $6{,}0\ 10^{-3}$моль/л. Какая масса пропионовой кислоты адсорбировалась из раствора, если равновесная концентрация кислоты равна 0,1 моль/л? Масса адсорбента равна 1 г.

5.Укажите, какие вещества, формулы которых указаны ниже, обладают отрицательной адсорбцией на поверхности водного раствора? 1) NH4OH; 2) $C_3H_7NH_2$; 3) $C_3H_{13}SO_3$; 4) Na_2SO_3

6.Поглощение вещества всей массой адсорбента называется: 1) адсорбцией; 2) абсорбцией; 3) сорбцией; 4) десорбцией.

7.Укажите, в каком ряду возрастает адсорбция веществ из водных растворов на активированном угле? 1) CH_3COOH, CH_3COONa; C_2H_5OH; C_3H_7OH; 2) C_3H_7OH, C_2H_5OH, CH_3COOH, CH_3COONa; 3) CH_3COONa, CH_3COOH, C_2H_5OH, C_3H_7OH; 4) CH_3COONa, C_3H_7OH, CH_3COOH, C_2H_5OH.

8.Чем лучше адсорбат растворяется в данном растворителе, тем он адсорбируется из этого растворителя: 1) хуже; 2) лучше; 3) растворимость адсорбата не влияет на адсорбцию.

9.Адсорбция газов на твёрдом адсорбенте зависит от: 1) от давления; 2) температуры; 3) природы адсорбента и адсорбата; 4) от удельной поверхности адсорбента.

Коллоквиум 8
«Стандартизация и сертификация неорганических и органических продуктов»

1. Требования к сертификации органической и неорганической продукции
2. Составляющие процесса сертификации
3. Общие правила переработки органической и неорганической продукции
4. Пакет документов, требуемых при прохождении сертификации
5. Результат стандартизации и сертификации

Образцы контрольных работ

«Контрольная работа № 1»
«Технологические и технико-экономические показатели химического производства»

Вариант 0

1. Производительность печи для обжига колчедана 30 т/сут. Колчедан содержит 42,4 % серы. Воздуха расходуется на 60 % больше теоретического. Выход сернистого газа составляет 97,4 %. Вычислить: а) содержание в колчедане FeS_2 (в процентах); б)

объем и состав газовой смеси, выходящей из печи за 1 ч; в) массу остающегося в печи огарка; г) массу остающегося в печи непрореагировавшего FeS_2.

2. В первую продукционную башню поступает 3000 кг газа, содержащего 0,20 массовой доли SO_2 и 0,01 – SO_3. Принимая что степень переработки оксида серы (IV) в первой башне составляет 0,30 массовой доли, определить количество получающейся в ней 76% -ной серной кислоты.

3 Сколько аммиака в год в расчете на 100%-ный производит колонна синтеза, если за 8 ч вырабатывается 60 т 99%-ного аммиака?

4 Тугоплавкое стекло содержит 18,43 % оксида калия, 10,98 % оксида кальция и 70,59 % диоксида кремния. Выразить его формулой в виде соединения оксидов. Какое количество поташа, содержащего 94 % K_2CO_3, потребуется для получения 100 кг такого стекла?

5. Сколько е-аминокапроновой кислоты было взято для получения капрона, если в результате реакции выделилось 24 кг воды?

«Контрольная работа № 2»
«Расчет материального и энергетического балансов ХТП»

Вариант 0

1 Составить материальный баланс печи для сжигания серы. Расчет вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч. Процесс горения описывается уравнением: $S + O_2 \rightarrow SO_2$. Исходные данные приведены в табл.

Таблица Исходные данные для решения

Вариант	Производительность печи, т/сутки	Степень окисления серы	Коэффициент избытка воздуха
0	120	0,99	1,2

2. Рассчитать расходные коэффициенты по сырью процесса производства водорода по реакции: $CaH_2+2H_2O=Ca(OH)_2+2H_2$, если степень разложения гидрида кальция - 98%, содержание примесей -8%, а вода берется с 30% избытком от стехиометрически необходимого количества.

3. Составить материальный баланс получения гидразина N_2H_4 по реакции $2NH_3+NaOCl=N_2H_4+NaCl+H_2O$, с учетом того, что степень превращения аммиака составляет 25%, а 76% водный раствор NaOCl берется с 20% избытком

«Контрольная работа № 3»
«Химический реактор и химический процесс, протекающий в нем»

Вариант 0

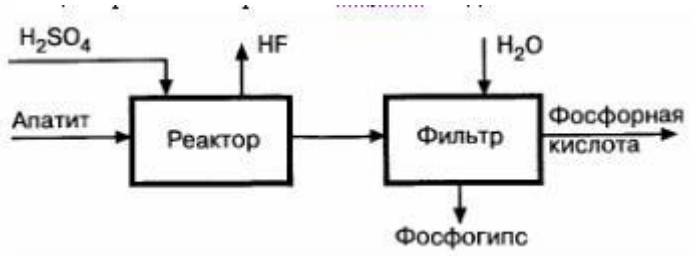
1 Жидкофазная реакция A + B -> R проводится в непрерывном реакторе смешения. Константа скорости реакции k = 0,005 л/(моль•мин). Потоки веществ А и В подаются в реактор раздельно с равными объемными скоростями. Концентрации веществ в индивидуальных потоках соответственно СА = 2,4 моль/л, СВ = 3,6 моль/л. Необходимая степень превращения вещества А равна 80%. Определить допустимый расход веществ А и В в час.

2. Жидкофазный процесс описывается последовательной реакцией типа

$$A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$$

Константы скорости реакций k1=0,5 ч-1, k2=0,8 ч-1 . Исходная концентрация вещества А равна 1,8моль/л. Объёмный расход вещества а составляет 18м3/ч. Рассчитать объем реактора смешения для получения максимального количества вещества R, селективность и производительность по продукту R.

3. Рассчитать материальный баланс производства экстракционной фосфорной кислоты из апатитового концентрата, содержащего 39,4 % P2O5, 52 % CaO и 3 % фтора. Норма серной кислоты 100 % от стехиометрической на CaO. Коэффициент извлечения P2O5 в продукционной кислоте 32 %. В газовую фазу выделяется 20 % фтора от содержащегося в сырье. Влажность гипса на карусельном фильтре: в первой зоне – 47 %, во второй – 44,2 %, в третьей – 42 %, в четвертой – 40 %. В процессе фильтрации 1 т апатитового концентрата испаряется 29,5 кг воды.



Расчет провести на 1 т апатитового концентрата.

«Контрольная работа № 4»
«Типовые химико-технологические процессы органического синтеза»

Вариант 0

При решении каждой задачи требуется:
1. На основании краткого описания процесса составить и описать схемы производства: функциональную; операторную и технологическую.
2. Вычислить недостающие для баланса данные.
3. Составить таблицу материального баланса.

4. Рассчитать технологические характеристики процесса, в том числе производительность, пропускную способность, конверсии реагентов, селективность образования целевого продукта, выход продукта в расчете на поданное и превращенное сырье, теоретические и практические расходные коэффициенты.

Производство анилина каталитическим гидрированием нитробензола

Нитробензол испаряют его пары смешивают при температуре 250°С. Водород смешивают с парами нитробензола и подают под распределительную решетку реактора с кипящим слоем катализатора при 270°С и давлении 0,15 МПа происходит образование анилина:

$$C_6H_5-NO_2+3H_2 \rightarrow C_6H_5-NH_2+2H_2O$$

Тепловой эффект снимают хладоагентом через U-трубы, введенные в зону реакции. Продукты,полученные в результате реакции, охлаждают в конденсатор, газообразный водород отделяют в сепараторе и рециркулируют в процесс. Жидкую фазу отстаивают от воды, органический слой дважды подвергают дистилляции

Задача 1

И сходные данные	вариант данных
Нагрузка установки по нитробензолу, т / сут	10
Состав технического нитробензола, % масс	
нитробензол	98,5
бензол	1,4
конверсия нитробензола,%	96
мольное соотношение нитробензол: водород	1:3
содержание H_2 в сырье (примесь азот), % об.	96
потери нитробензола, % масс от поданного	1,8

Задача 2

И сходные данные	вариант данных
Производительность установки, т / сут	12
Состав реакционной смеси (без учета воды), % масс	
анилин	80
нитробензол	18,8
бензол	1,6
мольное соотношение нитробензол: водород	1:3
содержание H_2 в сырье (примесь азот), % об.	99
потери анилина, % масс от поданного	0,4

Методические рекомендации по проведению лабораторных работ учебного модуля «Химическая технология»

Основным направлением лабораторных работ является закрепление теоретического материала. Формируется владение химическими методами анализа и идентификации.

Материально-техническое обеспечение для выполнения лабораторных работ предусмотрено рабочей программой модуля. Методические указания к лабораторным работам, вопросы для подготовки к лабораторным работам изложены в соответствующих пособиях.

Литература, рекомендуемая для выполнения лабораторных работ

1 Технология неорганических веществ. Важнейшие химические технологии : метод. указания к лабораторным работам по курсу "Химические технологиии" / сост. Е. А. Петухова

2 Получение и свойства высокомолекулярных соединений : метод. указания к лабораторным работам по курсу "Химическая технология" / сост.: Е. Н. Бойко, Е. А. Петухова

3 Химическая технология : сб. лабораторных работ : метод. указания к лабораторным работам по курсу "Химические технологии" / сост.: Е. А. Петухова, Л. П. Грошева

4. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учеб. пособие / [В. А. Аверьянов] и др. ; под редакцией В. С. Бескова. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 279 с.: ил. — (Учебник для высшей школы).

5. Н.И. Коршунова Технология получения полимерных материалов: Методические указания к лабораторным работам по курсу "Химическая технология" – Екатеринбург, 2010

Рекомендации по использованию ФОС при освоении модуля

Система оценки накопительного типа, основанного на рейтинговых изменениях, отражает успеваемость, творческий потенциал, психологическую и педагогическую характеристику. В основе контроля знаний лежит комплекс мотивационных стимулов, среди которых *своевременная и систематическая* оценка результатов труда студента. Помимо оценки уровня усвоения знаний, это метод предполагает системный подход к изучению материала.

При оценке освоения учебного модуля учитываются следующие виды учебных занятий:

1. Лабораторная работа

2. Контрольная работа

3. Семинар

4. Экзамен

При оценке освоения учебного модуля применяются:

1. *Наблюдение за учебной работой (инициативность студента)*. Этот метод позволяет составить представление о том, как воспринимается и осмысливается изучаемый материал, в том числе теоретический материал.

2. *Практические и лабораторные работы. Семинары.* Для закрепления теоретических знаний и отработки навыков и умений, способности применять знания при решении конкретных задач используется практическая работа, которая может включать задания построения схемы, таблицы, графика и т.д.

3. *Контрольная работа*. Проводится с целью проверки знаний.

4. *Самостоятельная работа*. Самостоятельная работа над подготовкой к занятиям повышает мотивацию на дальнейшее получение знаний.

5. *Экзамен*. Для допуска к экзамену студент должен выполнить защиту практических и лабораторных занятий.

Экзаменационные вопросы (для 6 семестра)

1. Основные направления развития химической технологии – создание высокоэффективных, интенсивных и малоотходных химических производств. Многофункциональность химического производства.
2. Роль и значение химической технологии в решении основных глобальных проблем экологии и проблем жизнедеятельности.
3. Динамика и масштабы современного производства основных продуктов химической промышленности. Межотраслевой характер химической технологии
4. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства. Технологические и технико экономические показатели химического производства.
5. Химическая технология как наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства.
6. Современные тенденции в развитии теории и практики химической технологии. Новые химико-технологические приемы и способы получения продуктов.
7. Влияние химического производства на окружающую среду и человека. Основные направления охраны окружающей среды от промышленного загрязнения.
8. Пути решения экологических проблем химической технологии: развитие безотходной, малоотходной и бессточной технологии.
9. Вода и ее применение в ХТП.

10. Сырье. Коэффициент использования сырья. Расчет составов растворов. Расчет состава и характеристик твердых материалов.
11. Энергия. Коэффициент использования энергии.
12. Иерархическая организация процессов в химическом производстве, химико-технологический аппарат, химико-технологический процесс, химическое производство, производственное объединение.
13. Химико-технологические схемы. Структура и состав ХТС. Оценка свойств ХТС. Элементы химико-технологических систем. Технологические связи элементов. Их схемы и назначения.
14. Характеристика каталитических и некаталитических процессов. Их классификация. Значение и область применения промышленного катализа. Каталитические реакторы.
15. Гомогенные некаталитические процессы, протекающие в жидкой и газовой фазах. Основные закономерности. Важнейшие типы применяемых реакторов.
16. Характеристика гетерогенных некаталитических процессов, протекающих в системе «газ-твердое тело». Основные типы применяемых реакторов.
17. Характеристика гетерогенных некаталитических процессов, протекающих в системе «газ-жидкость». Основные типы применяемых реакторов.
18. Гетерогенные некаталитические процессы. Основные закономерности. Важнейшие типы применяемых реакторов.
19. Характеристика гетерогенных некаталитических процессов, протекающих в системе «жидкость-твердое». Основные типы применяемых реакторов.
20. Термодинамический анализ и термодинамические расчеты химико-технологических процессов.
21. Скорость гомогенных процессов. Влияние условий проведения и способы интенсификации гомогенных процессов. Конкретные примеры.
22. Характеристика кинетической и диффузионной области протекания химических процессов.
24. Расчеты по диаграммам двойных систем. Расчеты по диаграммам тройных систем.
25. Общая характеристика сточных вод промышленных предприятий и методы их очистки. Показатели загрязненности сточных вод – ХПК, БПК. Характеристика токсичных примесей в промышленных стоках.
26. Классификация методов очистки сточных вод химических производств. Характеристика механических и физико-механических методов очистки сточных вод. Аппаратурное оформление процесса.
27. Биологическая очистка сточных вод. Особенности метода. Аппаратурное оформление процессов. Интенсификация работы биологических фильтров.
28. Источники и характеристики твердых отходов. Сбор, улавливание, переработка и использование твердых отходов. Примеры использования отходов на предприятиях химической промышленности (территориально-промышленные комплексы).
29. Классификация вредных примесей в промышленных газовых выбросах. Методы очистки газов от парообразных и газообразных примесей: абсорбция жидкостями, адсорбционные методы, каталитические методы.

30. Влияние производственной деятельности человека на окружающую среду. Общая характеристика загрязнения, источники загрязнения, последствия загрязнения окружающей среды. Понятие ПДК, ПДВ.
31. Переработка газообразных отходов. Характеристика возможных выбросов, меры их предотвращения и методы очистки (пылеулавливание, обезвреживание, каталитическая очистка и др.).

Экзаменационные вопросы (для 7 семестра)

1.Производство серной кислоты. Свойства диоксида и триоксида серы, серной кислоты и олеума. Сорта серной кислоты, ее хранение и перевозка.
2. Виды серосодержащего сырья для производства серной кислоты. Получение серы из руд, очистка серы. Привести схему установки для комплексной переработки серных руд.
3. Физико-химические основы нитрозного процесса получения серной кислоты. Оборудование башенных систем производства серной кислоты нитрозным методом. Эскизы основных процессов.
4. Описать химическую и структурную схемы производства серной кислоты контактным способом из колчедана. Описать физико-химические основы обжига флотационного колчедана. Хранение и подготовка колчедана к обжигу. Описать устройство печей для обжига колчедана.
5. Охарактеризовать печи для обжига колчедана, устройства для подачи колчедана в печи и удаление огарка. Использование огарка. Представить чертеж печи КС.
6. Описать технологическую схему и оборудование очистного отделения современного производства контактной серной кислоты из колчедана.
7. Описать физико-химические основы каталитического окисления SO2 до SO3. Катализаторы процесса. Контактные аппараты. Представить чертеж контактного аппарата с взвешенным слоем катализатора.
8. Описать основы механической и электрической очистки обжигового газа в производстве серной кислоты от пыли, брызг и тумана. Привести эскизы применяемых аппаратов.
9. Описать физико-химические основы абсорбция серного ангидрида из газовой смеси в производстве серной кислоты. Аппаратурное оформление процесса.
10. Описать химическую и структурную схемы производства серной кислоты нитрозным способом.
11. Описать физико-химические основы и аппаратурное оформление процесса очистки обжигового газа от контактных ядов.
12. Переработка фосфорного сырья. Электротермическое восстановление фосфатов, печь возгонки; выделение фосфора. Фосфатное сырье и методы его переработки.
13. Производство термической фосфорной кислоты, применение. Способы получения термической фосфорной кислоты. Изобразить технологическую схему производства термической фосфорной кислоты двухступенчатым методом.
14. Производство экстракционной фосфорной кислоты, концентрирование, применение.

15. Изложить особенности сернокислотного разложения фосфоритов. Изобразить технологическую схему производства из них экстракционной фосфорной кислоты.
16. Описать современное состояние и перспективы развития азотной промышленности. Сырье для азотной промышленности. Методы фиксации азота.
17. Изложить теоретические основы разделения жидкого воздуха на азот и кислород методом ректификации. Привести эскиз установки.
18. Описать технологию получения азотоводородной смеси методом паровоздушной конверсии метана.
19. Описать производство азотоводородной смеси разделением коксового газа.
20. Изложить теоретические основы синтеза аммиака, обосновать оптимальные условия процесса и необходимость проведения синтеза аммиака по циклической схеме.
21. Представить и описать технологическую схему синтеза аммиака при среднем давлении.
22. Описать методы очистки азотоводородной смеси от диоксида углерода и сероводорода.
23. Изложить физико-химические основы процесса абсорбции диоксида азота водой в производстве разбавленной азотной кислоты.
24. Изложить влияние различных факторов на процесс окисления аммиака в производстве азотной кислоты.
25. Описать процесс переработки нитрозных газов в разбавленную азотную кислоту.
26. Описать методы производства водорода конверсией углеводородных газов. Привести сравнительный анализ этих методов.
27. Сырьевая база для производства металлов. Степень извлечения металлов из руд. Основные направления экономии металлических материалов.
28. Производство хлора и гидроксида натрия.
29. Алюминий и способы его получения
30. Теоретические основы промышленного электролиза. Физико-химические основы процесса. Принципиальная технологическая схема. Сырье
31. Стратегия синтеза и технологии керамических материалов. Основные свойства керамических материалов.
32 Приоритетные направления создания и технологии конструкционных и функциональных материалов.
33. Классификация материалов. Основные свойства материалов. Объемы производства материалов.
34. Технологии получения углеродных волокон. Свойства углеродных волокон и их применение. Получение углепластиков. Области применения углеродных волокон.
35. Методы синтеза и технологии материалов с принципиально новыми характеристиками. Зависимость свойств материалов от способа их получения. Методы получения волокон.
36. Производство силикатных материалов. Вяжущие средства.
37. Огнеупоры. Стекла

Вопросы для диф. зачета (8 семестр)

1. Нефть, очистка нефти, простая перегонка, термический крекинг, основные продукты крекинга.
2. Каталитический крекинг, платформинг, цеоформинг, продукты крекинга.
3. Технология органического синтеза. Сырье. Парафины и их переработка.
4. Олефины. Методы получения – пиролиз и окислительная конденсация метана.
5. Переработка олефинов, гидратация этилена.
6. Окисление олефинов. Окисление этилена. Получение ацетальдегида и его свойства.
7. Производство бутадиена и изопрена, свойства и применение.
8. Синтез-газ. Промышленные методы получения синтез-газа и его переработка. Синтез Фишера-Тропша.
9. Производство метанола, условия процесса и катализаторы, основные методы переработки.
10. Производство полимерных материалов. Основные методы производства полиэтилена, свойства, применение.
11. Производство полипропилена, свойства. Сополимеры ПЭ и ПП.
12. Производство полистирола. Сополимеры полистирола.
13. Производство политетрафторэтилена, фторопласта, свойства, применение.
14. Производство поливинилхлорида и его сополимеров. Свойства, применение.
15. Производство полиамидных волокон (капрон, нейлон, фенилон). Свойства хим. волокон, применение.
16. Производство полиакрилонитрила, свойства. Углеродные волокна, применение.
17. Представить и описать технологическую схему совмещенной каталитической конверсии метана и оксида углерода под атмосферным давлением.

Форма экзаменационного билета

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Дисциплина «Химическая технология»
для специальности 04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия

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: C =83.2%,H=4.3%,O =2.1%, N = 1.3, S =0.8, зола=4%, влажность 2.9%. Расчет проводим для 100кг угля;2,1кг кислорода связывают 2.1·2/16=0.26 кг водорода, образуя 2,36кг воды. Избыток воздуха равен 20% (λ = 1.2). Определить:
1) Сухие продукты сгорания (содержание CO2 + SO2);
2) Количество воздуха, необходимое для сжигания;

Зав. кафедрой ФПХ Зыкова И.В.
Одобрено на заседании кафедры
Протокол № от « »_____2017

Приложение Б

Технологическая карта
учебного модуля «Химическая технология »
Семестр 6, ЗЕТ 5, вид аттестации – экзамен; акад. часов 168, баллов рейтинга 250

Наименование элемента учебного модуля	Номер недели	Всего ауд. часов	Трудоемкость, ак.час					Форма тек. контроля успев.	Max кол-во баллов рейтинга
			Аудиторные занятия				СРС		
			ЛЕК	ПЗ	ЛР	в т.ч. АСРС			
УЭМ 1	1-5	22	6	8	8		24	ЛР 1	10
Химическая								ЛР 2	10

технология как наука								ЛР 3 ДЗ 1 К 1	10 20 20
УЭМ 2 Физико-химические закономерности технологических процессов	6-13	28	12	8	8		24	ЛР 4 ЛР 5 ДЗ 2 К 2	10 10 20 20
УЭМ 3 Сырье. Энергия, вода	14-18	22	6	8	8		24	ЛР 6 ЛР 7 ЛР 8 К 3 КР 1	10 10 10 20 20
Рубежная аттестация	9								130
Аттестация: экзамен по УЭМ 1 – УЭМ 3									50
Итого		72	24	24	24		72		250

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:
– оценка «удовлетворительно» – 50-69% от 50×700 =350 – 489 б.
– оценка «хорошо» – 70-89% от 50×700=490 – 629 б.
– оценка «отлично» – 90-100 % от 50×700 =630 – 700 б.

Технологическая карта
учебного модуля «Химическая технология »
Семестр 7, ЗЕТ 5, вид аттестации – экзамен; акад. часов 168, баллов рейтинга 250

Наименование элемента учебного модуля	Номер недели	Всего ауд. часов	Трудоемкость, ак.час					Форма тек. контроля успев.	Max кол-во баллов рейтинга
			Аудиторные занятия				СРС		
			ЛЕК	ПЗ	ЛР	в т.ч. АСРС			
УЭМ 4 Важнейшие химические производства	1-18	72	24	24	24		72	ЛР 1 ЛР 2 ЛР 3 ЛР 4 ЛР 5 ЛР 6 ЛР 7 ДЗ 3 К 4 К 5 К 6 К 7 КР 2 КР 3	10 10 10 10 10 10 10 10 20 15 15 15 15 20 20
									200
Аттестация: экзамен по УЭМ 4									50
Итого		72	24	24	24		72		250

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:
– оценка «удовлетворительно» – 50-69% от 50×700 =350 – 489 б.
– оценка «хорошо» – 70-89% от 50×700=490 – 629 б.
– оценка «отлично» – 90-100 % от 50×700 =630 – 700 б.

Технологическая карта
учебного модуля «Химическая технология »
Семестры 8, ЗЕТ 14, вид аттестации – дифференциальный зачет; акад. часов 168, баллов
рейтинга 200

Наименование элемента учебного модуля	Номер недели	Всего ауд. часов	Трудоемкость, ак.час					Форма тек. контроля успев.	Мах кол-во баллов рейтинга
			Аудиторные занятия				СРС		
			ЛЕК	ПЗ	ЛР	в т.ч. АСРС			
УЭМ 5 Промышленный органический синтез	1-18	72	24	24	24		72	ЛР 1 ЛР 2 ЛР 3 ЛР 4 ЛР 5 К 8 КР 4	25 25 25 25 25 37,5 37,5
									200
Аттестация за семестр (УЭМ 5): дифференцированный зачет									
Итого		72	24	24	24				200

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:
– оценка «удовлетворительно» – 50-69% от 50×700 =350 – 489 б.
– оценка «хорошо» – 70-89% от 50×700=490 – 629 б.
– оценка «отлично» – 90-100 % от 50×700 =630 – 700 б.

Приложение В

Карта учебно-методического обеспечения учебного модуля «Химическая технология»
Специальность 04.05.01–Фундаментальная и прикладная химия
Форма обучения дневная
Курс 3 Семестр 6; Курс 4 Семестр 7-8;
Часов: всего 504, лекций 72, практ. зан.72 лаб. раб. 72, АСРС 72, СРС 288,
Обеспечивающая кафедра – фундаментальной и прикладной химии
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.Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т., Т.1, 366 с.— М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000	24	
3.Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2 т., Т.2, 447 с.— М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000	24	
4. Игнатенков В.И. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Академкнига. – 2006. – 198 с.	6	
Учебно-методические издания		
1. Рабочая программа учебного модуля. Петухова Е.А., В. Новгород, НовГУ, 2017.		http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.1180151.ksort.spec_shifr/i.1180151/?spec=&showfolder=1222276
2. Общая химическая технология: методические указания к практическим работам по курсу		https://novsu.biblio

«Химическая технология» / Сост. Е.А. Петухова. – НовГУ им. Я. Мудрого. – В. Новгород. – 2014. – 88 с.		tech.ru/ Reader/B ook/-1955
3.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.		https://no vsu.biblio tech.ru/ Reader/B ook/-1952
4. Получение и свойства высоко молекулярных 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.		https://no vsu.biblio tech.ru/ Reader/B ook/-1953

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. Абалонин Б.Е., Основы химических производств : учеб. пособие для вузов / Федер.целевая прогр."Гос.поддержка интеграции высш.образования и фундам.науки на 1997-2000 гг.". - М. : Химия, 2001. - 471с.	2	
2. Соколов Р.С., Практические работы по химической технологии : учеб. пособие для вузов. - М. : Владос, 2004. - 271с.	1	
3. Жаворонков Н.М., Теоретические основы химической технологии : избр. тр. / РАН,Ин-т общей и неорганической химии им.Н.С.Курнакова. - М. : Наука, 2007. - 352с.	1	
4. Бесков В.С., Общая химическая технология : учеб. для вузов. - М. : Академкнига, 2006. - 454с.	2	
5. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учеб. пособие для вузов / В. А. Аверьянов [и др.] ; под ред. В. С. Бескова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 280 с	5	
6. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учеб. для вузов / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - СПб. : Лань, 2013. - 448 с.	1	
7. Хейфец Л. И., Химическая технология. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов / Л. И. Хейфец, В. Л. Зеленко. - М. : Академия, 2015. - 464 с.	1	

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ _____ И.В. Зыкова
протокол № 11 от 29.06.2017

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ _____ И.В. Зыкова
протокол № 13 от 28.06.2018

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ _____ И.В. Зыкова
протокол № 11 от 22.06.2019

Действительно для 2020/2021 учебного года
протокол № 11 от 03.07.2020
Зав. каф. ФПХ _____ И.В. Зыкова