

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий

 Саблин П.А.

«24» 09 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая химическая технология»

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доктор химических наук



Шакирова О.Г

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра Химии и химической технологии



Шакирова О.Г.

Заведующий выпускающей кафедрой

Кафедра «Машиностроение»



Сариллов М.Ю.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Общая химическая технология» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 20.10.2015 №1170, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Оборудование нефтегазопереработки» по направлению подготовки «15.03.02 Технологические машины и оборудование».

Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знакомство с составом и структурой химического производства;</li> <li>– изучение закономерностей химических превращений в условиях промышленного производства;</li> <li>– обучение современным методам и приемам анализа, разработки и создания оптимальной организации химических и химико-технологических процессов;</li> <li>– развитие инженерного химико-технологического мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических процессов и систем;</li> <li>– изучение основ экологии и защиты окружающей среды при создании ХТП на примерах передовых химических производств.</li> <li>– решение теоретических и прикладных проблем дисциплины, основанное на анализе и использовании общих закономерностей протекающих химических превращений, осложненных процессами переноса, как фундаментальной основы изучения химико-технологических процессов химических производств и их схем, а также изучении химического производства как системы взаимосвязанных элементов, потоков и протекающих в них процессов, предназначенной для получения необходимых продуктов технически, экономически и социально целесообразным путем.</li> </ul>
Основные разделы / темы дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>Раздел 1. Введение</li> <li>Раздел 2. Химическое производство. Основные определения.</li> <li>Раздел 3. Химические процессы</li> <li>Раздел 4. Химические реакторы</li> <li>Раздел 5. Химико-технологические системы (ХТС)</li> <li>Раздел 6. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС</li> <li>Раздел 7. Основы промышленной экологии</li> <li>Раздел 8. Промышленные химические производства</li> <li>Раздел 9. Заключение</li> </ul>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Общая химическая технология» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименова-	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения
------------------	-----------------------	---------------------------------

ние компетенции		по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p>ОПК-1 способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий</p>	<p>ОПК-1.1. Знает основные математические, физические и химические законы и понятия, необходимые для применения в конкретной предметной области; важнейшие химические процессы; принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов; основы общеинженерных дисциплин  ОПК-1.2. Умеет использовать математические, физические, химические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов для нефтегазового оборудования; применять математические методы для решения задач в области нефтегазового оборудования с применением стандартных программных средств  ОПК-1.3. Владеет навыками самостоятельной работы с образовательными и информационными ресурсами</p>	<p>Знает теоретические основы химии и основные законы в главных процессах химической переработки для понимания технологии производства; понимает технологию производства, как средство профессиональной деятельности; устанавливает приоритеты в профессиональной деятельности; понимает взаимосвязь естественнонаучных дисциплин применительно к технологическому процессу; знает причины и источники возникновения аварий, их последствия.  Умеет использовать знание свойств соединений для моделирования промышленных технологических процессов; применять знания в конкретном технологическом процессе; распознаёт оборудование, предназначенное для проведения конкретного технологического процесса.  Владеет методами теоретического исследования: международными стандартами по качеству, стандартизации и сертификации продуктов производства; виртуальными методами физико-химического эксперимента; навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом; воспроизведения и моделирования развития опасных ситуаций, предотвращения их развития</p>

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая химическая технология» изучается на 3 курсе, 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Математика», «Физика», «Химия», «Технология конструкционных материалов», «Неорганическая химия», «Введение в профессиональную деятельность», «Спецкурс по рабочей профессии», «Инженерная графика в САД-системах».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Общая химическая технология», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Тео-

ретическая механика», «Сопротивление материалов», «Техническая термодинамика и теплотехника», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)».

Дисциплина «Общая химическая технология» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

#### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	64
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), в том числе в форме практической подготовки:	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	44
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	0

#### **5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ</b>				
<p>Химическая технология - наука о промышленных способах и процессах переработки сырья в продукты потребления и средства производства.</p> <p>Этапы развития химической технологии. Роль химической технологии в народном хозяйстве. Межотраслевое значение химической технологии. Химизация народного хозяйства.</p> <p>Основные направления в развитии химической технологии - создание высокоэффективных интенсивных безотходных и малоотходных химических производств на основе максимального использования сырья и энергии химических реакций, комплексного использования сырья и топливно-энергетических ресурсов, увеличения единичной мощности агрегатов, комбинирования и совмещения производств, автоматизации производства.</p> <p>Динамика и масштабы производства основных продуктов химической промышленности.</p>		2		2
<b>Раздел 2. ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b>				
<p>Понятие о химическом производстве как о совокупности взаимосвязанных потоками элементов с протекающими в них процессами, в том числе химическими превращениями - химико-технологическая система (ХТС), предназначенной для переработки сырья в средства производства и продукты потребления.</p> <p>Состав ХТС (функциональные подсистемы) - подготовка сырья, химическое превращение, выделение продукта, обезвреживание и утилизация отходов,</p>	4			1

<p>тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление процессом.</p> <p>Основные технологические компоненты - сырье, целевой и побочный продукты, полупродукты, отходы производства, энергетические ресурсы основные и вторичные.</p>				
<p>Иерархическая организация процессов в химическом производстве - процесс (П), химико-технологический аппарат (ХТА), химико-технологический процесс (ХТП), химическое производство (ХП), производственное объединение (ПО). Их определения.</p> <p>Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического производства.</p> <p>Технологические - степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта по сырью, расходные коэффициенты по сырью и энергии.</p> <p>Экономические - производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда.</p> <p>Эксплуатационные - надежность и безопасность функционирования ХТС.</p> <p>Социальные - экологическая чистота производства, степень автоматизации.</p> <p>Методологические основы химической технологии как науки - системный анализ сложных схем и взаимодействий их элементов, математическое моделирование процессов в химическом производстве на основе глубокого изучения физико-химических закономерностей, явлений переноса тепла, вещества и импульса. Основные определения и понятия системного анализа, математического моделирования. Иерархическая структура математической модели, основные этапы математического моделирования. Место и значение эксперимента и физического моделирования.</p>	4			1
<p>Раздел 3. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</p>				
<p>3.1. Общие закономерности</p> <p>Химический процесс (ХП) - взаимодействие химического превращения и</p>	4			1

<p>физических процессов переноса тепла и вещества на молекулярном уровне - основной элементарный процесс в химическом реакторе. Классификация ХП по комплексу признаков: химические признаки (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема, превращений), фазовые признаки (число взаимодействующих фаз, их агрегатное состояние), признаки стационарности процесса. Основные показатели ХП - степень превращения, выход продукта, избирательность, скорость реакции и превращения. Их взаимосвязь. Физико-химические закономерности химического превращения - стехиометрические, термодинамические и кинетические.</p>				
<p>3.2. Гомогенные химические процессы Гомогенные химические процессы - основной вид ХП для изучения влияния физико-химических закономерностей химических превращений на показатели ХП. Влияние условий проведения и химических признаков на скорость и степень превращения, селективность дифференциальную и интегральную, выход продуктов, развитие процесса во времени. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических ХП.</p>		2		2
<p>3.3. Гетерогенные (некаталитические) химические реакции Фазовый состав системы в гетерогенных ХП. Гетерогенные системы газ-жидкость (жидкость-жидкость) и газ-твердое (жидкость-твердое). Стадии гетерогенного процесса. Взаимное влияние химической реакции и переноса массы. Наблюдаемая скорость химического превращения. Лимитирующая стадия и ее определение. Области протекания гетерогенных процессов. Влияние условий протекания процесса на наблюдаемую скорость пре-</p>		2		2



вращения в кинетической и диффузионной областях. Пути и способы интенсификации гетерогенных ХП.				
<p>3.4. Промышленный катализ</p> <p>Катализ как способ управления (изменения скорости и селективности) химической реакции с помощью катализаторов. Значения и области применения промышленного катализа. Требования к промышленным катализаторам - активность, селективность, стабильность (механическая, термическая, к отравлению и загрязнению), стоимость. Гомогенный катализ. Скорость превращения при гомогенном катализе. Влияние условий осуществления процесса на эффективность гомогенно-каталитического процесса. Ферментативный катализ.</p> <p>Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Наблюдаемая скорость химического превращения на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора. Области протекания гетерогенно-каталитического ХП. Влияние условий осуществления процесса на наблюдаемую скорость превращения и селективность. Степень использования внутренней поверхности.</p> <p>Тепловые явления в гетерогенно-каталитическом ХП. Режимы экзотермического процесса на внешней поверхности катализатора. Неоднозначность режимов и их устойчивость.</p> <p>Деактивация катализаторов. Пути интенсификации каталитических процессов.</p>		2		2
Гетерогенные процессы "газ-твердое" и "газ-жидкость" (Определение лимитирующей стадии, расчет наблюдаемой скорости превращения в гетерогенном химическом процессе.).		1		
Гетерогенно-каталитический процесс в пористом зерне (определение скорости превращения, области протекания процесса, параметров процесса).		1		
Процесс на внешней поверхности зерна катализатора (изучение устойчивости процесса).		1		

Химический процесс со сложной схемой превращения (изучение влияния условий на показатели, в том числе селективность).		1		
<b>Раздел 4. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ</b>				
<p>4.1. Основные положения.</p> <p>Требования к химическим реакторам (ХР) как основному аппарату химико-технологической системы: обеспечение и поддержание необходимых параметров процесса; достижение высоких выходов целевого продукта, селективности, интенсивности процесса; обеспечение устойчивости и стабильности режима; достижение минимальных энергетических и экономических затрат; простота конструкции, подготовки к эксплуатации, регулирования и ремонта; малая стоимость и материалоемкость.</p> <p>Процесс в химическом реакторе как осуществление химических процессов в потоке реагентов и тепла в объеме реактора.</p> <p>Структурные элементы ХР - реакционный объем, устройства ввода и вывода потоков, теплообменные элементы, устройства смешения и распределения потоков.</p> <p>Классификация реакторов по комплексу признаков: организация потоков реагентов (схема движения потоков через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена). Обзор конструкций ХР - емкостные, колонные, трубчатые, многослойные аппараты и т.д.</p> <p>Методика построения математической модели процессов в реакторе на основе данных о скорости химического превращения, структуре потока, явлений переноса тепла и вещества. Уравнения материального и теплового балансов в химическом реакторе. Математические модели процессов в ХР различного типа. Значительное разнообразие конструкций реакторов и ограниченное число типов уравнений математического описания.</p>	4			1

<p>Математические описания процессов в режимах идеального смешения (непрерывного и периодического) и идеального вытеснения - основные математические модели процессов в химических реакторах.</p>				
<p>4.2. Изотермические процессы в ХР (Режимы идеального смешения - периодический и непрерывный и идеального вытеснения). Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, время пребывания) и вида химической реакции (простая и сложная, обратимая и необратимая) на профили концентраций (степени превращения) и показатели функционирования реактора (степени превращения реагентов, выход продукта, селективность процесса). Сопоставление процессов в режимах идеального смешения и вытеснения. Каскад реакторов, аналитический и графический методы расчета реакторов. Расчет степени превращения и селективности процесса, объема реактора. Показатели процесса в реакторах с режимом движения реагентов, отличных от режимов идеального смешения и вытеснения.</p>	4			1
<p>4.3. Неизотермические процессы в ХР. Температура в реакторе и в реакционной зоне при режимах идеального смешения и идеального вытеснения. Профили температуры и концентрации (степени превращения). Связь температуры и степени превращения для адиабатического процесса. Оптимизация температурного режима в многослойном реакторе при адиабатическом протекании обратимой реакции в каждом слое. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторе идеального смешения. Существование и устойчивость режима в реакторе с внешним теплообменником и автотермическом реакторе с внутренним теплообменом. Параметрическая чувствительность и</p>		2		2

пространственные неоднородности (определения и влияние на показатели процесса).				
4.4. Промышленные химические реакторы. Типовые конструкции промышленных химических реакторов. Вид химического превращения, организация материальных и тепловых потоков в реакторе, оптимизация режима, основные конструктивные размеры и показатели функционирования реактора.		2		2
Химический реактор с различным режимом движения реагентов (Определение эффективности процесса, параметров математического описания).		1		
Многослойный реактор (оптимизация режима).		1		
Санитарная очистка (определение условий очистки воздуха, жидкости от примесей).		1		
Расчет реактора по кинетическим данным, полученным при выполнении работы из раздела А с применением ЭВМ.		1		
Расчет степени превращения реагентов и объема катализатора в реакторах с неподвижным и кипящим слоем катализатора.		1		
Расчеты жидкостных и газожидкостных химических процессов и реакторов.		1		
Выбор и сравнение реакторов при проведении в них заданного типа реакций.		1		
Сравнение эффективности реакторов с различными режимами движения потоков при протекании простых и сложных реакций.		1		
Графический и аналитический расчеты каскада реакторов.		1		
Расчет и анализ устойчивости реактора с различным тепловым режимом.		1		
<b>Раздел 5. ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (ХТС)</b>				

<p>5.1. Структура и описание ХТС.  ХТС - конкретное представление химического производства. Общие требования к ХТС. Состав ХТС (элементы и потоки). Виды моделей (описаний) ХТС - графические и описательные. Графическое описание (модель, схема). Схемы ХТС - функциональная, технологическая, структурная. Их описание (форма представления) и применение в синтезе и анализе ХТС. Описательные модели. Химическое описание. Математическое описание (общий вид) и применение ЭВМ. Технологические связи элементов ХТС (потоки), их назначение и характеристика. Последовательная, параллельная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл), перекрестная, разветвленная технологические связи. Рециклы полный и фракционный, простой и сложный. Коэффициент рециркуляции (кратность циркуляции). Разомкнутые и замкнутые ХТС. Примеры применения различных видов связей в синтезе ХТС.</p>	4			1
<p>5. 2. Синтез и анализ ХТС.  Основные концепции при построении (синтезе) ХТС: глубокая переработка сырья, полное использование сырьевых ресурсов, минимизация отходов производства, оптимальное использование аппаратуры. Способы оптимизации и пути решения проблемы создания высокоэффективных производств, Энерготехнологические (химико-энергетические) системы, особенности их построения и преимущества. Основы комбинирования производств. Анализ ХТС. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов (взаимная зависимость режимов элементов, области существования режимов, неустойчивость, оптимальность системы в целом, проблемы надежности системы и др.). Расчет ХТС. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности составления балансовых</p>		2		2

<p>уравнений в схемах с рециклом. Формы их представления (таблицы, диаграммы и др.). Использование стехиометрических, термодинамических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений.</p> <p>Энергетический (энтальпийный) и эксергетический балансы, диаграммы потоков и КПД. Эксергетический анализ как метод оценки эффективности использования потенциала сырья и энергии.</p> <p>Анализ функционирования ХТС. Чувствительность и устойчивость к отклонениям условий эксплуатации и нарушениям режима. Безопасность производства. Надежность ХТС. Проблемы пуска и остановки агрегатов.</p> <p>Технологический анализ ХТС. Расчет основных показателей ХТС. Структура техно-экономических показателей и значения ее составляющих в химическом производстве.</p>				
<b>Раздел 6. СЫРЬЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМЫ ХТС</b>				
<p>6.1. Сырьевые источники химического производства</p> <p>Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Замена пищевого сырья. Использование отходов производства как вторичных материальных ресурсов.</p> <p>Подготовка сырья в химико-технологическом процессе: сортировка, измельчение, агломерация, обогащение (концентрирование), очистка.</p> <p>Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Требования к качеству воды. Промышленная водоподготовка (очистка от взвешенных примесей, умягчение, обессоливание, нейтрализация).</p>	4			1
<p>6.2. Энергия в химическом производстве</p> <p>Потребление энергии и энергоснабжение в химическом производстве. Об-</p>				2

<p>щая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве.</p> <p>Рациональное использование энергии. Способы энерготехнологического комбинирования в химической технологии и использование энергетического потенциала сырья и тепла экзотермических реакций. Вторичные энергоресурсы (ВЭР), их классификация, основные направления утилизации (генерация водяного пара, преобразование в механическую энергию, рекуперация тепла, теплоснабжение, трансформация в холод и др.).</p>				
Химико-технологическая система получения товарного продукта из сырья.				2
Расчет на ЭВМ основных показателей эффективности функционирования ХТС (обучение управлению ХТС при нарушении режима работы).				2
Расчет материальных и тепловых балансов ХТС, определение эффективности использования сырья и энергоресурсов.		1		
<b>Раздел 7. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ</b>				
<p>7.1. Основные положения экологии. Понятие экологии. Экологическое равновесие в природе. Влияние производственной деятельности человека на окружающую среду. Виды вредных воздействий (факторов) и их влияние на природу. Предельно- допустимые экологические воздействия для разного вида вредных факторов. Понятие о предельно-допустимых концентрациях (ПДК) и выбросах (ПДВ). Влияние химических производств на окружающую среду и человека. Основные направления работ по охране окружающей среды от промышленных воздействий.</p>		1		4
<p>7.2. Экологические проблемы химического производства. Охрана окружающей среды от промышленных загрязнений как техноло-</p>		1		4

<p>гическая проблема.</p> <p>Понятие о безотходной и малоотходной технологии. Основные направления в ее развитии (бессточные ХТС, санитарная очистка отходов, и переработка отходов как вторичных материальных ресурсов, комбинирование производств, территориально-промышленные комплексы).</p> <p>Технологические решения по сокращению сточных вод. Возможные источники загрязнения, методы предотвращения загрязнения и основные методы очистки сточных вод. Повторное использование сточных вод в системах оборотного водоснабжения и в технологических стадиях процессов, создание бессточных химических производств. Общие принципы и схемы организации систем оборотного водоснабжения.</p> <p>Переработка жидкофазных отходов. Характеристика загрязнений и методы очистки вод. Рекуперация ценных компонентов из жидких отходов. Использование тепла при переработке отходов.</p> <p>Переработка газообразных отходов. Характеристики возможных выбросов, меры их предотвращения и методы очистки (пылеулавливание, обезвреживание, каталитическая очистка и др.).</p> <p>Источники и характеристики твердых отходов. Сбор, удаление, переработка и использование твердых отходов.</p>				
<b>Раздел 8. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА</b>				
<p>При изучении технологии основных химических продуктов демонстрируется построение ХТС конкретных производств и организация процессов в химических реакторах, рассматриваются и перспективные направления в создании безотходного производства. Рассмотрение конкретных технологических процессов проводится в следующем порядке:</p> <p>1. Народно-хозяйственное значение, масштабы производства. Промышленные способы получения, эволюция технологии.</p>	2	1		7



<p>2. Сырьевые источники получения продукта и требования к процессу в рассматриваемой ХТС.</p> <p>3. Физико-химические основы процесса (схема превращения, стехиометрические, термодинамические и кинетические закономерности).</p> <p>4. Построение функциональной и технологической (структурной) схем ХТС.</p> <p>5. Построение и анализ функциональных подсистем. Реализация основных концепций построения высокоэффективной ХТС.</p> <p>6. Аппаратурные решения отдельных узлов в рассматриваемом производстве. Основные технологические параметры процессов.</p> <p>7. Решение проблем экологической безопасности производства.</p> <p>8. Техничко-экономические показатели производства.</p> <p>Перечень рассматриваемых химических производств включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производство серной кислоты и олеума.</li> <li>2. Производство аммиака.</li> <li>3. Производство азотной кислоты.</li> <li>4. Производство солей и удобрений.</li> <li>5. Электрохимические производства водорода, хлора и едкого натра.</li> <li>6. Переработка газообразных, жидких и твердых горючих ископаемых.</li> <li>7. Промышленный органический синтез на основе CO и H<sub>2</sub>, парафинов, непредельных углеводородов и ацетилена.</li> <li>8. Производство высокомолекулярных соединений.</li> <li>9. Производство силикатных материалов.</li> <li>10. Производства черных и цветных металлов.</li> </ol>				
Раздел 9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ				
<p>Основные выводы по курсу. Современные тенденции в развитии теории и практики химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Перспективные источники сырья и энергии.</p>	2			2

<b>ИТОГО по дисциплине</b>	32	32		44
----------------------------	----	----	--	----

## **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Самостоятельное изучение теоретических вопросов и подготовка РГР	<b>44</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

- 1 Соколов, Р.С. Химическая технология: учеб. пособие для вузов: в 2 т. Т.1 : Химическое производство в антропогенной деятельности. Основные вопросы химической технологии. Производство неорганических веществ / Р. С. Соколов. - М.: ВЛАДОС, 2003; 2000. - 368с.
- 2 Моделирование химико-технологических процессов: Учебник/Ефремов Г.И. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-011030-1// ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 3 Конструирование и расчет элементов химического оборудования: учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с.: ил.; 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-98281-174-5 // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>
- 4 Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>

### **8.2 Дополнительная литература**

- 1 Козлита, А.Н. Оптимальные химико-технологические системы : учебное пособие для вузов / А. Н. Козлита, А. В. Ступин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2005. - 163с.
- 2 Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампи, В.

Г. Иванов, Э. В. Чиркунов; Под ред. Х.Э.Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2014. - 380с.

- 3 Автоматизация технологических процессов и подготовки производства в машиностроении : учебник для вузов / Под ред. П.М.Кузнецова. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015; 2013. - 511с.

### 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Расчет моделей химических реакторов: методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев, Г.М. Гринфельд – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 15 с.

2. Термодинамический анализ химических реакций: методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 24 с.

3. Численное решение прямой задачи химической кинетики: методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев, Г.М. Гринфельд – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 19 с.

4. Аналитическое решение прямой задачи химической кинетики: методические указания к лабораторным работам по курсу «Расчеты химических процессов и реакторов» / сост.: А.В. Моисеев, Г.М. Гринфельд – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. – 36 с.

### 8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Реферативно-библиографические базы данных ВИНТИ по естественным наукам (<http://www.viniti.ru/products/viniti-database>) ► "Химия", "Физика", "Биология" и другие
2. Alkalinity Calculator ([water.usgs.gov/alk](http://water.usgs.gov/alk)) ► База данных по щелочности и методам ее определения.
3. ChemExper Chemical Directory ([chemexper.com](http://chemexper.com)) ► Каталог химических веществ и их поставщиков.
4. ChemDB Web Interface Index ([ics.uci.edu](http://ics.uci.edu)) ► ChemDB предлагает бесплатный онлайн инструментарий по химии. Текущая версия содержит более 4 млн описаний соединений и более 8 млн изомеров.
5. ChemSpider ([chemspider.com](http://chemspider.com)) ► Ресурс открытого доступа, обеспечивающий доступ к миллионам описаний химических структур. Поиск проводится по нескольким базам, в том числе PubMed и NCBI Entrez и др.
6. ChemSynthesis ([chemsynthesis.com](http://chemsynthesis.com)) ► База данных химических веществ, содержит также информацию по методам их синтеза и физическим свойствам, таким как плотность, точка плавления, точка кипения и т.д.
7. Crystallography Open Database ([crystallography.net/cod](http://crystallography.net/cod)) ► База данных кристаллических структур органических, неорганических, металло-органических соединений и минералов, за исключением биополимеров.
8. NIST Chemistry WebBook ([nist.gov](http://nist.gov)) ► Сайт предоставляет доступ к данным по химии и физике. Коллекции поддерживаются Программой NIST.
9. PubChem Project ([syntheticpages.org](http://syntheticpages.org)) ► Поиск более 8 млн соединений по различным критериям. Сайт поддерживается Национальным центром по биотехнологиям.
10. SyntheticPages ([syntheticpages.org](http://syntheticpages.org)) ► Это бесплатная интерактивная база данных по химическому синтезу.
11. TOXNET ([nlm.nih.gov/index.htm](http://nlm.nih.gov/index.htm)) ► База данных по токсикологии, опасным химическим соединениям, состоянию окружающей среды и здоровья.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Химический портал <http://www.ximuk.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
4. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.
430/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 60 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации видео и аудио информации. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.

## **11 Иные сведения**

**Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ****по дисциплине****«Общая химическая технология»**

Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»



## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 способностью к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий	ОПК-1.1. Знает основные математические, физические и химические законы и понятия, необходимые для применения в конкретной предметной области; важнейшие химические процессы; принципы использования природных ресурсов, энергии и материалов; основы общеинженерных дисциплин ОПК-1.2. Умеет использовать математические, физические, химические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять физико-математические методы для проектирования изделий и технологических процессов для нефтегазового оборудования; применять математические методы для решения задач в области нефтегазового оборудования с применением стандартных программных средств ОПК-1.3. Владеет навыками самостоятельной работы с образовательными и информационными ресурсами	Знает теоретические основы химии и основные законы в главных процессах химической переработки для понимания технологии производства; понимает технологию производства, как средство профессиональной деятельности; устанавливает приоритеты в профессиональной деятельности; понимает взаимосвязь естественнонаучных дисциплин применительно к технологическому процессу; знает причины и источники возникновения аварий, их последствия. Умеет использовать знание свойств соединений для моделирования промышленных технологических процессов; применять знания в конкретном технологическом процессе; распознаёт оборудование, предназначенное для проведения конкретного технологического процесса. Владеет методами теоретического исследования: международными стандартами по качеству, стандартизации и сертификации продуктов производства; виртуальными методами физико-химического эксперимента; навыками осуществления технологического процесса в соответствии с регламентом; воспроизведения и моделирования развития опасных ситуаций, предотвращения их развития

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 3	ОПК-1	Практическое занятие № 1-4	Студент демонстрирует использование теоретического материала при решении практической задачи
Раздел 4	ОПК-1	Практическое занятие № 5-14	

Раздел 6	ОПК-1	Практическое за- нятие № 15-17	чи
Все разделы	ОПК-1	РГР	Студент демонстрирует навыки решения практи- ческих задач

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Практические занятия № 1-17	В течение семестра	10 баллов * 17 заданий = 170 баллов	10 баллов - студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, отчет оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 8 баллов - студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении отчета о проделанной работе/расчетах. 6 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления отчета имеет недостаточный уровень. 4 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат. 2 баллов - Студент пытался, но не выполнил задание. 0 баллов - Студент не приступал к заданию.
РГР	В течение	100 баллов	100 баллов – Студент полностью вы-

	семестра		<p>полнил задания, работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>75 баллов – Студент полностью выполнил задание, но допущены небольшие неточности, есть недостатки в оформлении работы.</p> <p>50 баллов – Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, качество оформления работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>25 баллов – Студент не полностью выполнил задание, проявил недостаточный уровень умений и навыков.</p> <p>0 баллов – Студент не приступил к выполнению задания в течение семестра.</p>
<b>ИТОГО:</b>		270 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b></p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

### Задания для текущего контроля

#### 1. Практические задания №:

1. Гетерогенные процессы "газ-твердое" и "газ-жидкость" (Определение лимитирующей стадии, расчет наблюдаемой скорости превращения в гетерогенном химическом процессе.).
2. Гетерогенно-каталитический процесс в пористом зерне (определение скорости превращения, области протекания процесса, параметров процесса).
3. Процесс на внешней поверхности зерна катализатора (изучение устойчивости процесса).
4. Химический процесс со сложной схемой превращения (изучение влияния условий на показатели, в том числе селективность).
5. Химический реактор с различным режимом движения реагентов (Определение эффективности процесса, параметров математического описания).
6. Многослойный реактор (оптимизация режима).
7. Санитарная очистка (определение условий очистки воздуха, жидкости от примесей).
8. Расчет реактора по кинетическим данным, полученным при выполнении работы из раздела А с применением ЭВМ.
9. Расчет степени превращения реагентов и объема катализатора в реакторах с неподвижным и кипящим слоем катализатора.
10. Расчеты жидкостных и газо-жидкостных химических процессов и реакторов.
11. Выбор и сравнение реакторов при проведении в них заданного типа реакций.
12. Сравнение эффективности реакторов с различными режимами движения потоков при протекании простых и сложных реакций.
13. Графический и аналитический расчеты каскада реакторов.

14. Расчет и анализ устойчивости реактора с различным тепловым режимом.
15. Химико-технологическая система получения товарного продукта из сырья.
16. Расчет на ЭВМ основных показателей эффективности функционирования ХТС (обучение управлению ХТС при нарушении режима работы).
17. Расчет материальных и тепловых балансов ХТС, определение эффективности использования сырья и энергоресурсов.

**2. Расчетно-графическая работа:** целью выполнения является углубленное освоение темы. Принимается в виде развернутого письменного отчета (не менее 1,5 печ. л.). РГР предъявляются следующие основные требования:

- раскрытие актуальности, теоретической и практической значимости темы;
- правильное использование законодательных и нормативных актов, методических, учебных пособий, а также научных и других источников информации, их критическое осмысление, и оценка практических материалов по выбранной теме;
- демонстрация способности владения современными методами и методиками расчета, физико-химического и химического анализа сырья и продуктов перерабатывающей промышленности;
- демонстрация глубокого знания современной нормативно-технической документации и законодательных актов, регламентирующих производство и выпуск товарной продукции перерабатывающих заводов, а также документов по охране труда, промышленной и экологической безопасности;
- полное раскрытие темы, аргументированное обоснование выводов и формулировка предложений, представляющих научный и практический интерес, с обязательным использованием практического материала, в том числе проектной документации, промышленных регламентов, инструкций по охране труда, стандартов предприятия, отраслевых стандартов, технических условий;
- раскрытие способностей обеспечения систематизации и обобщения собранных по теме материалов, развития навыков самостоятельной работы при проведении исследования.

**Задания РГР:**

Задание 1. Рассчитать расходные коэффициенты для соляно-сульфатного производства (на 1 т  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), если в производстве используется поваренная соль, содержащая 97 %  $\text{NaCl}$ , и купоросное масло, содержащее 93 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Степень разложения  $\text{NaCl}$  составляет 93 %. Определить количество получающегося при этом хлороводорода.

Задание 2. Определить расход технического карбида кальция, содержащего 85 %  $\text{CaC}_2$ , для получения 1000 л ацетилена, если степень разложения  $\text{CaC}_2$  составляет 0,92.

Задание 3. При обжиге 1 т известняка образуется 168 м<sup>3</sup> диоксида углерода. Содержание  $\text{CaCO}_3$  в известняке 94 %. Определить степень диссоциации известняка и расход известняка на 1000 м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  при данных условиях и при полном разложении  $\text{CaCO}_3$ .

Задание 4. Определить количество флотированного хибинского апатита, содержащего 72 % трикальцийфосфата  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , необходимого для получения 1 т суперфосфата, если содержание усвояемого оксида фосфора(V) в готовом продукте 19,4 %, а потери его в производстве 2 %.

Задание 5. Одна тема на выбор:

1. Методы переработки топлива (переработка дерева, производство древесной целлюлозы, гидролиз древесины, канифольно-скипидарное производство)
2. Переработка ископаемого твердого топлива (коксование каменного угля, конденсация и улавливание химических продуктов коксования, применение коксового газа и его очистка, переработка химических продуктов коксования, коксование сланцев, полукоксование, деструктивная гидрогенизация угля)
3. Газификация твердого топлива (производство водяного газа, газогенераторы, подземная газификация углей)

4. Технология связанного азота (синтез аммиака, производство азотной кислоты, концентрирование азотной кислоты)
5. Производство серной кислоты (применение и сорта серной кислоты, сырье, получение сернистого газа и его очистка, получение серной кислоты)
6. Технология химических продуктов для сельского хозяйства (удобрения, фосфорные удобрения, калийные удобрения, азотные удобрения, жидкие удобрения, многосторонние удобрения, микроудобрения, ядохимикаты)
7. Промышленный электролиз и электротермия (электролиз воды, электролиз водных растворов хлористого натрия, переработка хлора, электролиз расплавов, электротермические процессы)
8. Производство азотной кислоты (контактное окисление аммиака, переработка нитрозных газов в разбавленную азотную кислоту, получение концентрированной азотной кислоты, хранение и транспортировка азотной кислоты).
9. Технология каучука и резины.
10. Производства едкого натра, хлора и соляной кислоты (химические способы получения едкого натра, электрохимические способы получения едкого натра, хлора и водорода, производство соляной кислоты).