

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.
«__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая химическая технология»

Направление подготовки	<i>15.03.02 «Технологические машины и оборудование»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Оборудование нефтегазопереработки</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «Химии и химических технологий»</i>

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 дисциплины «Общая химическая технология» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 728 от 09 августа 2021 года, 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"> – знакомство с составом и структурой химического производства; – изучение закономерностей химических превращений в условиях промышленного производства; – обучение современным методам и приемам анализа, разработки и создания оптимальной организации химических и химико-технологических процессов; – развитие инженерного химико-технологического мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических процессов и систем; – изучение основ экологии и защиты окружающей среды при создании ХТП на примерах передовых химических производств. – 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.
Основные разделы / темы дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> Раздел 1. Введение Раздел 2. Химическое производство. Основные определения. Раздел 3. Химические процессы Раздел 4. Химические реакторы Раздел 5. Химико-технологические системы (ХТС) Раздел 6. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС Раздел 7. Основы промышленной экологии Раздел 8. Промышленные химические производства Раздел 9. Заключение

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 наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Знает теорию, модели и основные законы в области естественнонаучных и инженерных дисциплин ОПК-1.2 Умеет применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ОПК-1.3 Владеет навыками использования естественнонаучных и инженерных знаний при решении практических задач</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.</p> <p>Умеет использовать знание свойств соединений для моделирования промышленных технологических процессов; применять знания в конкретном технологическом процессе; распознаёт оборудование, предназначенное для проведения конкретного технологического процесса.</p> <p>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 входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой обязательной части.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Общая химическая технология» полностью реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения прак-

тических занятий, практикумов и лабораторных работ.

Профессиональный стандарт 19.003 «СПЕЦИАЛИСТ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ НЕФТЕЗАВОДСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ». Обобщенная трудовая функция: В. Организация, руководство и контроль работы подразделений.

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

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 64 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, самостоятельная работа обучающихся 44 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ				
Химическая технология - наука о промышленных способах и процессах переработки сырья в продукты потребления и средства производства. Этапы развития химической технологии. Роль химической технологии в народном хозяйстве. Межотраслевое значение химической технологии. Химизация народного хозяйства. 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-		2		2

<p>энергетических ресурсов, увеличения единичной мощности агрегатов, комбинирования и совмещения производств, автоматизации производства.</p> <p>Динамика и масштабы производства основных продуктов химической промышленности.</p>				
<p>Раздел 2. ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ</p>				
<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, 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>	4			1
<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>	4			1

<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>				
<p>Раздел 3. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ</p>				
<p>3.1. Общие закономерности</p> <p>Химический процесс (ХП) - взаимодействие химического превращения и 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.</p> <p>Основные показатели ХП - степень превращения, выход продукта, избирательность, скорость реакции и превращения. Их взаимосвязь. Физико-химические закономерности химического превращения - стехиометрические, термодинамические и кинетические.</p>	4			1
<p>3.2. Гомогенные химические процессы</p> <p>Гомогенные химические процессы - основной вид ХП для изучения влияния физико-химических закономерностей химических превращений на показатели ХП.</p> <p>Влияние условий проведения и химических признаков на скорость и степень превращения, селективность</p>		2		2

<p>дифференциальную и интегральную, выход продуктов, развитие процесса во времени. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов.</p> <p>Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических ХП.</p>				
<p>3.3. Гетерогенные (некаталитические) химические реакции</p> <p>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 превращения в кинетической и диффузионной областях. Пути и способы интенсификации гетерогенных ХП.</p>		2		2
<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.</p> <p>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 исполь-</p>		2		2

зования внутренней поверхности. Тепловые явления в гетерогенно-каталитическом ХП. Режимы экзотермического процесса на внешней поверхности катализатора. Неоднозначность режимов и их устойчивость. Деактивация катализаторов. Пути интенсификации каталитических процессов.				
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		
Раздел 4. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ				
4.1. Основные положения. 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. Процесс в химическом реакторе как осуществление химических процессов в потоке реагентов и тепла в объеме реактора. Структурные элементы ХР - реакционный объем, устройства ввода и вывода	4			1

<p>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> <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).</p> <p>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.</p>	4			1

Показатели процесса в реакторах с режимом движения реагентов, отличных от режимов идеального смешения и вытеснения.				
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 пространственные неоднородности (определения и влияние на показатели процесса).		2		2
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		1		

ЭВМ.				
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		
Раздел 5. ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (ХТС)				
<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 уравнений в схемах с рециклом. Формы их представления (таблицы, диаграммы и др.). Использование стехиометрических, термодинамических, термодинамических и межфазных балансовых соотношений. Энергетический (энтальпийный) и эксергетический балансы, диаграммы потоков и КПД. Эксергетический анализ как метод оценки эффективности использования потенциала сырья и энергии. Анализ функционирования ХТС. Чувствительность и устойчивость к отклонениям условий эксплуатации и нарушениям режима. Безопасность производства. Надежность ХТС. Проблемы пуска и остановки агрегатов. Технологический анализ ХТС. Расчет основных показателей ХТС. Структура техно-экономических показателей и значения ее составляющих в химическом производстве.</p>		2		2
Раздел 6. СЫРЬЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМЫ ХТС				
6.1. Сырьевые источники химического	4			1

<p>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>				
<p>6.2. Энергия в химическом производстве</p> <p>Потребление энергии и энергоснабжение в химическом производстве. Общая 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>				2
<p>Химико-технологическая система получения товарного продукта из сырья.</p>				2
<p>Расчет на ЭВМ основных показателей эффективности функционирования ХТС (обучение управлению ХТС при нарушении режима работы).</p>				2
<p>Расчет материальных и тепловых балансов ХТС, определение эффективности использования сырья и энер-</p>		1		

горесурсов.				
Раздел 7. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ				
<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 технологическая проблема. 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). 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. Переработка жидкофазных отходов. Характеристика загрязнений и методы очистки вод. Рекуперация ценных компонентов из жидких отходов. Использование тепла при переработке отходов.</p>		1		4

<p>Переработка газообразных отходов. Характеристики возможных выбросов, меры их предотвращения и методы очистки (пылеулавливание, обезвреживание, каталитическая очистка и др.). Источники и характеристики твердых отходов. Сбор, удаление, переработка и использование твердых отходов.</p>				
<p>Раздел 8. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА</p>				
<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> <ol style="list-style-type: none"> 1. Народно-хозяйственное значение, масштабы производства. Промышленные способы получения, эволюция технологии. 2. Сырьевые источники получения продукта и требования к процессу в рассматриваемой ХТС. 3. Физико-химические основы процесса (схема превращения, стехиометрические, термодинамические и кинетические закономерности). 4. Построение функциональной и технологической (структурной) схем ХТС. 5. Построение и анализ функциональных подсистем. Реализация основных концепций построения высокоэффективной ХТС. 6. Аппаратурные решения отдельных узлов в рассматриваемом производстве. Основные технологические параметры процессов. 7. Решение проблем экологической безопасности производства. 8. Техничко-экономические показатели производства. <p>Перечень рассматриваемых химических производств включает:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производство серной кислоты и олеума. 2. Производство аммиака. 3. Производство азотной кислоты. 	2	1		7

4. Производство солей и удобрений. 5. Электрохимические производства водорода, хлора и едкого натра. 6. Переработка газообразных, жидких и твердых горючих ископаемых. 7. Промышленный органический синтез на основе CO и H ₂ , парафинов, непредельных углеводородов и ацетилена. 8. Производство высокомолекулярных соединений. 9. Производство силикатных материалов. 10. Производства черных и цветных металлов.				
Раздел 9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ				
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.	2			2
ИТОГО по дисциплине	32	32		44

4.2 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Общая химическая технология» изучается на 2 и 3 курсе в 4 и 5 семестрах.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 10 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой 4 ч, самостоятельная работа обучающихся 92 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ				
Химическая технология - наука о промышленных способах и процессах переработки сырья в продукты потреб-				4

<p>ления и средства производства. Этапы развития химической технологии. Роль химической технологии в народном хозяйстве. Межотраслевое значение химической технологии. Химизация народного хозяйства. 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. Динамика и масштабы производства основных продуктов химической промышленности.</p>				
Раздел 2. ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ				
<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. Состав ХТС (функциональные подсистемы) - подготовка сырья, химическое превращение, выделение продукта, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, управление процессом. Основные технологические компоненты - сырье, целевой и побочный продукты, полупродукты, отходы производства, энергетические ресурсы основные и вторичные.</p>				5
<p>Иерархическая организация процессов в химическом производстве - процесс (П), химико-технологический аппарат (ХТА), химико-технологический процесс (ХТП), химическое производство (ХП), производственное объединение</p>				5

<p>(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.</p> <p>Иерархическая структура математической модели, основные этапы математического моделирования. Место и значение эксперимента и физического моделирования.</p>				
Раздел 3. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ				
<p>3.1. Общие закономерности</p> <p>Химический процесс (ХП) - взаимодействие химического превращения и 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.</p> <p>Основные показатели ХП - степень превращения, выход продукта, избира-</p>				5

<p>тельность, 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>				4
<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 превращения в кинетической и диффузионной областях. Пути и способы интенсификации гетерогенных ХП.</p>				4
<p>3.4. Промышленный катализ 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</p>		2		2

<p>отравлению и загрязнению), стоимость.</p> <p>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>				
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		
Раздел 4. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ				
4.1. Основные положения. Требования к химическим реакторам (ХР) как основному аппарату химико-				5

<p>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> <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 идеально-</p>				5

<p>го вытеснения).</p> <p>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.</p> <p>Показатели процесса в реакторах с режимом движения реагентов, отличных от режимов идеального смешения и вытеснения.</p>				
<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.</p> <p>Оптимизация температурного режима в многослойном реакторе при адиабатическом протекании обратимой реакции в каждом слое.</p> <p>Число и устойчивость стационарных режимов в реакторе идеального смешения. Существование и устойчивость режима в реакторе с внешним теплообменником и автотермическом реакторе с внутренним теплообменом.</p> <p>Параметрическая чувствительность и пространственные неоднородности (определения и влияние на показатели процесса).</p>				4
<p>4.4. Промышленные химические реакторы.</p> <p>Типовые конструкции промышленных химических реакторов. Вид химического превращения, организация мате-</p>				4

риальных и тепловых потоков в реакторе, оптимизация режима, основные конструктивные размеры и показатели функционирования реактора.				
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
Раздел 5. ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (ХТС)				
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,				5

<p>технологическая, структурная. Их описание (форма представления) и применение в синтезе и анализе ХТС.</p> <p>Описательные модели. Химическое описание. Математическое описание (общий вид) и применение ЭВМ.</p> <p>Технологические связи элементов ХТС (потoki), 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>				
<p>5. 2. Синтез и анализ ХТС.</p> <p>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.</p> <p>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.).</p> <p>Расчет ХТС. Методика составления и расчета материальных и тепловых балансов ХТС и ее подсистем. Особенности составления балансовых 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</p>		1		3

<p>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>				
<p>Раздел 6. СЫРЬЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМЫ ХТС</p>				
<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>	2			1
<p>6.3. Энергия в химическом производстве</p> <p>Потребление энергии и энергоснабжение в химическом производстве. Общая 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 энергетическо-</p>	2			2

го 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.).				
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.		2		
Раздел 7. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ				
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.				4
7.2. Экологические проблемы химического производства. Охрана окружающей среды от промышленных загрязнений как технологическая проблема. 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-				5

<p>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>				
Раздел 8. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА				
<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> <ol style="list-style-type: none"> 1. Народно-хозяйственное значение, масштабы производства. Промышленные способы получения, эволюция технологии. 2. Сырьевые источники получения продукта и требования к процессу в рассматриваемой ХТС. 3. Физико-химические основы процесса (схема превращения, стехиометрические, термодинамические и кинетические закономерности). 				10

<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> <p>11. Производство серной кислоты и олеума.</p> <p>12. Производство аммиака.</p> <p>13. Производство азотной кислоты.</p> <p>14. Производство солей и удобрений.</p> <p>15. Электрохимические производства водорода, хлора и едкого натра.</p> <p>16. Переработка газообразных, жидких и твердых горючих ископаемых.</p> <p>17. Промышленный органический синтез на основе СО и Н₂, парафинов, непредельных углеводородов и ацетилена.</p> <p>18. Производство высокомолекулярных соединений.</p> <p>19. Производство силикатных материалов.</p> <p>20. Производства черных и цветных металлов.</p>				
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> <p>Зачет с оценкой</p>				4
ИТОГО по дисциплине	4	6		94+4

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

6.2 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.

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

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета

<https://knastu.ru/page/3244>

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

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 15.00.00 «Машиностроение»: <https://knastu.ru/page/539>

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Химический портал <http://www.xumuk.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.

7 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.

7.1 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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 Методические рекомендации 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.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

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

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на сайте университета www.knastu.ru / Наш университет / Образование / 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / Рабочий учебный план / Реестр ПО.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

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.

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены следующие презентации:

1. Основные понятия и законы химии
2. Строение вещества
3. Основные закономерности химических реакций
4. Растворы и другие дисперсные системы
5. Электрохимические процессы
6. Элементы качественного и количественного анализа
7. Высокомолекулярные соединения

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- читальный зал НТБ КнАГУ

9 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.