

МИНОБРНАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 202 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Общая химическая технология»

Направление подготовки бакалавров 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) – Промышленная биотехнология

Тип задач профессиональной деятельности – производственно-
технологический

Форма обучения – очная, заочная

Химико-технологический факультет
Кафедра «химии и технологии полимеров»

Тверь 202_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:
доцент кафедры ХТП

К.В. Чалов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТП
«_____» _____ 20__ г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой ХТП

В.И. Луцик

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Общая химическая технология» является овладение принципами построения и расчета сложных ХТС, овладения способами моделирования работы отдельных подсистем и элементов.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знания и понимания теоретических основ протекания химических превращений в крупнотоннажном производстве;
- овладение приёмами моделирования, расчета и оптимизации химических реакторов;
- формирование устойчивых навыков использования знания теоретических закономерностей для решения практических задач химической технологии.
- формирование владения навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;
- формирование представления основных химических, физических и технических аспектов химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат.

2. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 структуры ОП ВО.

Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия».

Знания, полученные в данном курсе необходимы для последующего изучения таких дисциплин учебного процесса, как «Процессы и аппараты химической технологии», «Общая химическая технология полимеров», «Химические реакторы». Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы для понимания принципов функционирования химических производства, а в дальнейшем при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-1.2. *Осуществляет поиск и критический анализ необходимой информации, обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31.1. Существующие методы математического анализа и моделирования.

Уметь:

У1.1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИУК-2.1. *Определяет совокупность задач в рамках поставленной цели проекта.*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

32.1. Основные принципы функционирования химико-технологического процесса и использовать при расчете и выборе технических устройств, в том числе назначение и основные принципы использования реакторов.

Уметь:

У2.1. Разрабатывать технологические схемы и режимы для отдельных видов технологических процессов с использованием чертежно-конструкторского редактора КОМПАС-3D.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-4.1. *Использует знание основных принципов организации химического производства, его иерархической структуры, общих закономерностей организации и реализации химических процессов, основных химических производств при решении задач профессиональной деятельности*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

33.1. Стандартные приемы организации технологического процесса и построения химико-технологических схем с учетом безопасного проведения и безотходности процесса.

Уметь:

У3.1. Критически анализировать существующие и синтезировать новые химико-технологические процессы, соответствующие им технологические схемы, подбирать оборудование с учетом современного состояния техники и технологии.

ИОПК-4.2. *Демонстрирует умение рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему*

производства заданного продукта и оценивать технологическую эффективность производства

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

34.1. Основные законы существования и развития живой и неживой природы.

Уметь:

У4.1. Ориентироваться в методах синтеза и очистки веществ, технологических операциях, схемах производств.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-5. Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-5.2. *Проводит экспериментальные исследования и испытания по заданной методике с использованием серийного оборудования*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

35.1. Основы методов исследования режимов работы реакторов и аппаратов, а также методы корректной оценки погрешностей при проведении экспериментов

Уметь:

У5.1. Применять на практике основные методы и приемы решения конкретных задач из различных областей химии

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-7.3. *Осуществляет наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности*

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

36.1. Основные физико-химические теории о строении вещества, нормы и правила по технике безопасности.

Уметь:

У6.1. Применять полученные знания для безопасного проведения наблюдений и измерений химических процессов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий; выполнение лабораторных занятий; выполнение курсовой работы; самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
1 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		75
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		33+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		23 0
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		10+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0
2 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		90
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		18+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		10
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		3 0
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		5+36(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
1 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		6
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		125+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		80 25
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		20+9(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0
2 семестр		
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		16
В том числе:		
Лекции		8
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		8
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		119+9(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		40
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к лабораторным работам - подготовка к практическим занятиям		40 20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		19+9(экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		0

5. Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под разделом (модулем, темой) дисциплины понимается

укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

5.1 Структура дисциплины

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудоём- кость, часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практи- кум	Сам. работа
1 семестр						
1	Введение. Основные понятия и определения	12	4	-	-	8
2	Химическое производство. Основные определения.	27	4	4	8	4+7(экз.)
3	Химические процессы	50	12	4	8	12+14(экз.)
4	Химические реакторы	55	10	7	14	9+15(экз.)
	<i>Всего часов за 1 семестр</i>	144	30	15	30	33+36(экз.)
2 семестр						
5	Химико-технологические системы (ХТС)	37	10	10	-	5+12(экз.)
6	Сырьевые и энергетические подсистемы ХТС	38	10	10	-	8+10(экз.)
7	Промышленные химические производства	69	10	10	30	5+14(экз.)
	<i>Всего часов за 2 семестр</i>	144	30	30	30	18+36(экз.)
	Всего на дисциплину	288	60	45	60	52+72(экз.)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1 семестр						
1	Введение. Основные понятия и определения.	34	1	-	1	30+2(экз)
2	Химическое производство. Основные определения.	35	1	-	2	30+2(экз)
3	Химические процессы	35	1	-	2	30+2(экз)
4	Химические реакторы	37	1	-	1	35+2(экз)

	<i>Всего часов за 1 семестр</i>	144	4	-	6	125+9(экз)
2 семестр						
5	Химико-технологические системы (ХТС)		2	-	2	40+2(экз)
6	Сырьевые и энергетические под-системы ХТС		2	-	2	40+2(экз)
7	Промышленные химические про-изводства		4	-	4	39+5(экз)
	<i>Всего часов за 2 семестр</i>	144	8	-	8	119+9(экз)
Всего на дисциплину		288	12	-	14	244+18(экз)

5.2 Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Введение. Основные понятия и определения»

Содержание и задачи курса. Этапы развития химической технологии. Роль химической технологии в народном хозяйстве. Основные направления в развитии химической технологии.

МОДУЛЬ 2 «Химическое производство. Основные определения»

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 - сырьё, целевой и побочный продукты, полупродукты, отходы производства, энергетические ресурсы основные и вторичные.

Иерархическая организация процессов в химическом производстве - процесс (П), химико-технологический аппарат (ХТА), химико-технологический процесс (ХТП), химическое производство (ХП), производственное объединение (ПО). Их определения.

Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического производства: технологические; экономические; эксплуатационные; социальные.

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.

МОДУЛЬ 3 «Химические процессы»

Общие закономерности в химических процессах. Химический процесс (ХП) – взаимодействие химического превращения и физических процессов переноса тепла и вещества на молекулярном уровне - основной элементарный процесс в химическом реакторе. Классификации 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, избирательность, скорость реакции; их взаимосвязь. Физико-химические закономерности химического превращения - стехиометрические, термодинамические, кинетические.

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 продукта, развитие процесса во времени. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов.

Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических ХП.

Гетерогенные (некаталитические) химические процессы. Фазовый состав системы в гетерогенных ХП. Гетерогенные системы "Г-Ж" "Ж-Ж", "Г-Т"; "Ж-Т". Стадии гетерогенного процесса. Взаимное влияние химической реакции и переноса массы. Наблюдаемая скорость химического превращения. Лимитирующая стадия и ее определение. Области протекания процесса. Наблюдаемая скорость превращения в кинетической и диффузионной областях. Пути и способы интенсификации гетерогенных процессов.

Промышленный катализ, катализаторы. Гомогенный катализ. Катализ как способ управления (изменение скорости и селективности) химической реакции с помощью катализатора. Значение и области применения промышленного катализа. Требования, предъявляемые 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.

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.

Тепловые явления в гетерогенно-каталитическом ХП. Режимы экзотермического процесса на внешней поверхности катализатора. Неоднозначность режимов и их устойчивость.

Деактивация катализаторов. Пути интенсификации каталитических процессов.

Контактные аппараты. Классификация контактных аппаратов по слою катализатора, конструктивным особенностям и температурному режиму. Аппараты емкостные, полочные, трубчатые, с движущимся и псевдооживленным слоем катализатора. Выбор типа реактора, и области их применения.

МОДУЛЬ 4 «Химические реакторы»

Химические реакторы. 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 процессов в потоке реагентов и тепла в объеме реактора.

Структурные элементы ХР - реакционный объем, устройства ввода и вывода потоков, теплообменные элементы, устройства смешения и распределения потоков.

Классификация реакторов по комплексу признаков: организация потока реагентов (схема движения потоков через реактор, структура потоков в реакционной зоне), организация тепловых потоков (тепловой режим, схема теплообмена). Обзор конструкции ХР - емкостные, колонные, трубчатые, многослойные аппараты и др.

Основы математического моделирования процессов в реакторах. 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 конструкции реакторов и ограниченное число типов уравнений математического описания.

Математические описания процессов в режимах идеального смешения (непрерывного и периодического) и идеального вытеснения - основные математические модели процессов в химических реакторах.

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. Условия применения каскада 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.

Неизотермические процессы в реакторах. 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.

Устойчивость температурного режима реакторов. Число и устойчивость стационарных режимов в реакторе идеального смешения. Анализ тепловой устойчивости работы химических реакторов по А.М. Ляпунову.

Параметрическая чувствительность и пространственные неоднородности (определения и влияние на показатели процесса).

МОДУЛЬ 5 «Химико-технологические системы (ХТС)»

Структура и описание ХТС. ХТС - конкретное представление химического производства. Общие требования к ХТС. Состав ХТС (элементы и потоки). Виды моделей (описаний). ХТС - графическое и описательное.

Графическое описание (модель, схема). Схемы ХТС - функциональная, технологическая, структурная. Их описание (форма представления) и применение в синтезе и анализе ХТС. Описательные модели. Химическое 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.

Синтез химико-технологических систем. Основные концепции при построении (синтезе) ХТС: глубокая переработка сырья, полное использование сырьевых ресурсов, минимизация отходов производства, оптимальное использование аппаратуры. Способы их реализации 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 и межфазных балансовых соотношений, термохимических,

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 значение ее составляющих в химическом производстве.

МОДУЛЬ 6 «Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС»

Характеристика и классификация сырья по происхождению, состоянию, химической природе. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Замена пищевого сырья. Использование отходов производства как вторичных материальных ресурсов.

Подготовка сырья в химико-технологическом процессе: сортировка, измельчение, агломерация, обогащение (концентрирование), очистка.

Вода в химической технологии. Вода как сырье и вспомогательный компонент химического производства. Источники воды. Требования к качеству воды. Промышленная водоподготовка (очистка от взвешенных примесей, умягчение, обессоливание, нейтрализация).

Потребление энергии и энергоснабжение в химическом производстве.

Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Источники энергии в химическом производстве.

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.).

МОДУЛЬ 7 «Промышленные химические производства»

Технология серной кислоты. Технология аммиака. Связанный азот и его значение. Переработка горючих ископаемых. Переработка нефти. Природные газы. Методы переработки. Производство этиленовых углеводородов.

Промышленный органический синтез. Органический синтез, его значение. Исходные разновидности сырья. Важнейшие направления развития.

Синтез метилового спирта. Синтез этанола методами дробной и сернокислотной гидратации. Синтезы на основе ароматических углеводов.

5.3. Лабораторные работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудо- емкость в часах
Модуль 1 Цель: Знакомство с основными правилами поведения в химической лаборатории. Приобретение навыков экспериментального определения молярной массы вещества	Инструктаж по ТБ в химической лаборатории. Основные законы химии. Определение эквивалентной массы металла	2
Модуль 2 Цель: Изучение основ подготовки исходного сырья.	Промышленная водоподготовка	8
Модули 3 и 4 Цель: Получение навыков изучения работы реакторов. Закрепление теоретического материала по моделированию работы реакторов в лабораторных условиях	Реактор идеального вытеснения	10
	Реактор идеального смешения	
Модули 6 Цель: Знакомство с анализом сырья. Определение качественных и количественных показателей веществ.	Элементный анализ сырья	10
Модуль 7 Цель: Изучение типовых химических производств	Каталитическая дегидратация этилового спирта	30
	Полукоксование твердого топлива	
	Обжиг серного колчедана	

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: Знакомство с основными правилами поведения в химической лаборатории. Приобретение навыков экспериментального определения молярной массы вещества	Инструктаж по ТБ в химической лаборатории. Основные законы химии. Определение эквивалентной массы металла	1
Модуль 2 Цель: Изучение основ подготовки исходного сырья.	Промышленная водоподготовка	3
Модули 3 и 4 Цель: Получение навыков изучения работы реакторов. Закрепление теоретического материала по моделированию работы реакторов в лабораторных условиях	Реактор идеального вытеснения	4
	Реактор идеального смешения	
Модуль 7 Цель: Изучение типовых химических производств	Каталитическая дегидратация этилового спирта	6
	Обжиг серного колчедана	

5.4. Практические и (или) семинарские занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: формирование представлений об основных газовых законах, методах решения химических задач.	Простейшие стехиометрические расчеты: закон эквивалентов, основные газовые законы, моль, закон Авогадро, расчеты по химическим формулам и уравнениям.	10
Модуль 3 Цель: формирование представлений об основных законах термодинамики, навыков термодинамических расчетов.	Химико-термодинамические расчеты.	10

Модуль 4 Цель: формирование представлений о законах протекания химических реакций, навыков решения задач.	Скорость химической реакции. Химическое равновесие.	10
Модуль 6 Цель: формирование представлений о используемом сырье в промышленности; материальных и тепловых потоков в химическом процессе	Составление уравнений материального баланса.	5
	Составление уравнений теплового баланса.	
Модуль 7 Цель: формирование представлений о структуре химических предприятий.	Построение технологических схем.	10

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Основными целями самостоятельной работы бакалавров является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых, рациональных и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в проработке отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендованной им учебной и научной литературе, методическим рекомендациям кафедры; подготовке курсовой работы, доклада и презентации; подготовке к зачету и экзамену.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на лабораторные работы. Лабораторные работы охватывают модули 1-7. Оценивание осуществляется путем устного опроса, проводится по содержанию и качеству выполненных работ

Во втором семестре выдается задание на курсовую работу. Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Хейфец, Л.И. Химическая технология. Теоретические основы : учеб. пособие для вузов по направлению ВПО "Химия" и специальности "Фундаментальная и прикладная химия" : в составе учебно-

- методического комплекса / Л.И. Хейфец, В.Л. Зеленко; под редакцией В.В. Лунина. - Москва : Академия, 2015. - 463 с. - (Высшее образование. Бакалавриат) (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-4468-0352-1 : 1429 p. 01 к. - (ID=100985-9)
2. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампики. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 09.01.2023. - ISBN 978-5-8114-1478-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213269> . - (ID=153042-0)
 3. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Логос, 2009. - 302 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 295 - 297. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-98784-289-5 : 234 p. - (ID=76281-15)
 4. Игнатенков, В.И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Игнатенков. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - (Высшее образование) (УМК-У). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 01.12.2022. - ISBN 978-5-534-09222-6. - URL: <https://urait.ru/book/obschaya-himicheskaya-tehnologiya-teoriya-primery-zadachi-511872> . - (ID=152319-0)

7.2. Дополнительная литература

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учебник для химико-технол. спец. вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.С. Бесков. - Москва : Академкнига, 2005. - 452 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр. : с. 446. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94628-150-X : 313 p. 50 к. - (ID=17396-27)
2. Ксензенко, В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии : учебник для вузов по хим.-технол. спец. : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Ксензенко, И.М. Кувшинников, В.С. Скоробогатов; под ред. В.И. Ксензенко. - 2-е изд. ; стер. - Москва : КолосС, 2003. - 328 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений) (УМК-У). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9532-0088-9 : 228 p. - (ID=14950-9)
3. Кутепов, А.М. Общая химическая технология : учебник для вузов по спец. хим.-технол. профилю : в составе учебно-методического комплекса / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. - 3-е изд. ; перераб. - Москва : Академкнига, 2003. - 528 с. : ил. - (Учебники для вузов). - Библиогр. : с. 524 . - ISBN 5-94628-079-1 : 256 p. 50 к. - (ID=15549-31)

4. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для химико-технологических направлений подготовки и специальностей вузов : в составе учебно-методического комплекса / И.М. Кузнецова [и др.]; под редакцией Х.Э. Харлампиди. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебник для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 21.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1479-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211571> . - (ID=106020-0)
5. Общая химическая технология : учебник для хим. - технол. спец. вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Важнейшие химические производства / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - Москва : Альянс, 2018. - 262 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5903034-79-6 : 501 p. - (ID=130940-5)
6. Общая химическая технология : учебник для вузов : в 2 ч. Ч. 1 : Теоретические основы химической технологии / И.П. Мухленов [и др.]; под ред. И.П. Мухленова. - Москва : Альянс, 2018. - 256 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-903034-78-9 : 511 p. - (ID=130676-5)
7. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки "Химическая технология" и "Энерго- и ресурсобеспечивающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" : в составе учебно-методического комплекса / А.М. Гумеров. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 25.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1533-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211445> . - (ID=106016-0)

7.3. Методические материалы

1. Чалов, К.В. Практикум по общей химической технологии : учебное пособие / К.В. Чалов, Е.И. Лагусева; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 92 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1252-1 : 490 p. 25 к. - (ID=153636-72)
2. Чалов, К.В. Практикум по общей химической технологии : учебное пособие / К.В. Чалов, Е.И. Лагусева; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 92 с. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1252-1 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/153105> . - (ID=153105-1)
3. Чалов, К.В. Практикум по общей химической технологии : по дисциплине "Общая хим. технология" / К.В. Чалов, Е.И. Лагусева; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 40 с. : ил. - Библиогр. в конце работ. - Текст : непосредственный. - 170 p. - (ID=132449-5)

4. Практикум по общей химической технологии : по курсу "Общая хим. технология" : в составе учебно-методического комплекса / сост.: А.М. Комаров, Е.И. Лагусева ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 35 с. : ил. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58575> . - (ID=58575-1)
5. Практикум по общей химической технологии : по курсу "Общая хим. технология" / сост.: А.М. Комаров, Е.И. Лагусева ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 35 с. : ил. - Библиогр. в конце работ. - Текст : непосредственный. - 10 р. 25 к. - (ID=22253-6)
6. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине "Общая химическая технология" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров, 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств, 19.03.01 Биотехнология. Профиль: Промышленная биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-М). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=131037-0)
7. Чалов, К.В. Общая химическая технология : сборник заданий для направлений 18.03.01 Химическая технология и 19.03.01 Биотехнология очной и заочной форм обучения / К.В. Чалов, И. Лагусева Е; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 24 с. - Текст : непосредственный. - 105 р. - (ID=152483-95)
8. Чалов, К.В. Общая химическая технология : сборник заданий для направлений 18.03.01 Химическая технология и 19.03.01 Биотехнология очной и заочной форм обучения / К.В. Чалов, И. Лагусева Е; Тверской государственный технический университет. - Тверь : ТвГТУ, 2022. - 24 с. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/151446> . - (ID=151446-1)
9. Презентация по дисциплине "Общая химическая технология" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров, 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств, 19.03.01 Биотехнология. Профиль: Промышленная биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-ДМ). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=131036-0)
10. Оценочные средства по дисциплине "Общая химическая технология" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров, 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетических биологически

- активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств, 19.03.01 Биотехнология. Профиль: Промышленная биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=131035-0)
11. Общая химическая технология : лабораторный практикум по дисциплине "Общая хим. технология" / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: Е.И. Лагусева, К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - [Сервер](#). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114789> . - (ID=114789-1)
12. Комплект задач по дисциплине "Общая химическая технология" направления подготовки 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Технология и переработка полимеров, 18.03.01 Химическая технология. Профиль: Химическая технология синтетически биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств, 19.03.01 Биотехнология. Профиль: Промышленная биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=131038-0)
13. Приложение к рабочей программе дисциплины базовой части Блока 1 "Общая химическая технология" направления подготовки 19.03.01 Биотехнология. Профиль: Промышленная биотехнология. Семестр 5, 6 (заочная форма обучения) : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Технология полимерных материалов ; разработ. К.В. Чалов. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-РП). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/131063> . - (ID=131063-0)
14. Расчетно-графические работы по дисциплине "Общая химическая технология" для специальности 240501 - Химическая технология высокомолекулярных соединений и специальности 240901.65 - Биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология и биотехнология, профиль - Химическая технология высокомолекулярных соединений : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. А.М. Комаров. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-РГР). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100775> . - (ID=100775-1)
15. Общая химическая технология : метод. указ. к курсовой работе по дисциплине "Общая химическая технология" для специальности 240501 - Химическая технология высокомолекулярных соединений, 240901 - Биотехнология направления 240100.62 - Химическая технология и биотехнология : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. А.М. Комаров. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-КП). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100778> . - (ID=100778-1)

16. Перечень вопросов по дисциплине "Общая химическая технология" для специальности 240501 - Химическая технология высокомолекулярных соединений и специальности 240901.65 - Биотехнология. Направление 240100.62 - Химическая технология и биотехнология, профиль - Химическая технология высокомолекулярных соединений : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ ; сост. А.М. Комаров. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL:
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100774> . - (ID=100774-1)
17. Лагусева, Е.И. Альбом технологических схем по курсу "Общая химическая технология полимеров" : метод. указ. : в составе учебно-методического комплекса / Е.И. Лагусева, В.А. Никифоров, Е.А. Панкратов; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ТПМ. - 2-е изд. ; испр. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - 36 с. : ил. - (УМК-М). - Библиогр. : с. 35. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 19 р. - (ID=87659-46)
18. Учебно-методический комплекс дисциплины обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" "Общая химическая технология". Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология. Направленность (профиль): Технология и переработка полимеров, Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология. Направленность (профиль): Химическая технология синтетических биологически активных веществ. Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология. Направленность (профиль): Промышленная биотехнология : ФГОС 3++ / Каф. Химия и технология полимеров ; сост. К.В. Чалов. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL:
<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119383> . - (ID=119383-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).
2. Microsoft Office 2019 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет.

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>

8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119383>

8. Материально-техническое обеспечение

При изучении дисциплины «Общая химическая технология» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью мультипроектора. Аудитория для проведения лекционных занятий, проведения защит и презентаций курсовых работ оснащена современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

Для проведения лабораторного практикума используется специально оборудованная учебная лаборатория. В таблице 4 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения лабораторного практикума по дисциплине.

Таблица 4. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
1	2
Лабораторные установки и стенды	
1	установка "Реактор идеального смешения"
2	установка "Реактор идеального вытеснения"
3	установка для дистилляции воды
4	установка для умягчения воды
Лабораторное оборудование	
1	Набор стандартных измерительных приборов для измерения параметров микро-климата в лаборатории (влажности – психрометр; температуры – термометр; ат-мосферного давления – манометр-анероид)
2	Стандартные измерительные приборы для измерения объёма выделившегося газа

Продолжение таблицы 4

1	2
3	Термостат

4	Весы технические
5	Весы аналитические
6	Шкаф суховоздушный
	Шкаф муфельный
7	Водяная баня
8	Центрифуга
9	Трансформатор (ЛАТР)
10	Электроплитки
11	Стандартные наборы химических реактивов
12	Стандартные наборы химической стеклянной посуды
13	Стандартные наборы мерной стеклянной посуды
14	Стандартные наборы фарфоровой посуды

9. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

9.1. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Виды критериев уровня сформированности компетенций:

Допуск до экзамена (бинарный критерий) – допущен или не допущен. Показателем является выполнение всех контрольных мероприятий по текущему контролю успеваемости.

Критерии оценки и ее значения для категории «знать»:

Ниже базового – 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Повышенный уровень – 2 балла.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 2 балл.

4. Вид экзамена – письменный экзамен, включающий решение задач с использованием справочного материала и непрограммируемого калькулятора.

5. **База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене:**

1 семестр:

1. Основные определения. Химическое производство. Химическая технология – определение, цели, задачи. Классификация хим. производства.
2. Химико-технологическая система (процесс). Его содержание.
3. Структура и состав химического производства. подготовка сырья, химическое превращение, выделение продукта и т.д.
4. Основные технологические компоненты - сырьё, продукты, энергетические ресурсы, теплоноситель, вода и т.д.
5. Иерархия процессов в химическом производстве – процесс, аппарат, хим. производство.
6. Состав ХТС (функциональные подсистемы) - подготовка сырья, химическое превращение, выделение продукта, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка.
7. Качественные и количественные критерии оценки эффективности химического производства. (перечислить и кратко охарактеризовать)
8. Технологические показатели эффективности химического производства
9. Экономические показатели эффективности химического производства
10. Эксплуатационные и социальные показатели эффективности химического производства
11. Основы химической технологии как науки - системный анализ, математическое моделирование. (понятия и определение).
12. Иерархическая структура математической модели, основные этапы математического моделирования.
13. Химический процесс (ХП) – основной элементарный процесс в химическом реакторе.
14. Классификация хим. процесса по комплексу признаков: химические признаки (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схема превращений), фазовые признаки (число взаимодействующих фаз, их агрегатное состояние), признаки стационарности процесса.
15. Физико-химические закономерности – равновесие хим. реакций, закон действующих масс
16. Физико-химические закономерности – способы смещение равновесия реакций. (влияние давления, инертного газа, концентра компонентов и т.п.)
17. Физико-химические закономерности химического превращения – термодинамические (изобара, изохора).
18. Гомогенные химические процессы. Простая необратимая реакция. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов
19. Гомогенные химические процессы. Простая обратимая реакция. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов
20. Гомогенные химические процессы. Сложная реакция
21. Фазовый состав системы в гетерогенных ХП. Гетерогенные системы "Г-Ж" "Ж-Ж", "Г-Т"; "Ж-Т". Лимитирующая стадия.

22. Стадии гетерогенного процесса. Диффузионные и кинетические.
23. Каталитические химические процессы. Основные понятия. Схема процесса. Классификация процессов.
24. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам: активность, селективность, стабильность (механическая, термическая, к отравлению и загрязнению), стоимость.
25. Гомогенный катализ. Скорость превращения при гомогенном катализе. Влияние условий осуществления процесса на эффективность гомогенно-каталитического процесса.
26. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Наблюдаемая скорость химического превращения в пористом зерне катализатора.

2 семестр:

1. Гомогенные химические процессы. Простая необратимая реакция. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов. Простая обратимая реакция. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов. Сложная реакция
2. Каталитические химические процессы. Основные понятия. Схема процесса. Классификация процессов.
3. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам: активность, селективность, стабильность (механическая, термическая, к отравлению и загрязнению), стоимость.
4. Гомогенный катализ. Скорость превращения при гомогенном катализе. Влияние условий осуществления процесса на эффективность гомогенно-каталитического процесса.
5. Гетерогенный катализ. Наблюдаемая скорость химического превращения в непористом зерне катализатора. Наблюдаемая скорость химического превращения в пористом зерне катализатора. Влияние массопередачи в порах. Стадия адсорбции. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Дезактивация катализаторов.
6. Химические реактора. Требования ХР как основному аппарату химико-технологической системы: обеспечение и поддержание необходимых параметров процесса и т.п.
7. Структурные элементы химических реакторов - реакционный объем, устройства ввода и вывода потоков, теплообменные элементы, устройства смешения и распределения потоков.
8. Химические реактора с использованием твердых катализаторов.
9. Химические реактора. Классификация по подводу и отводу тепла. Условиям теплообмена.
10. Математические модели процессов в ХР различного типа..
11. Химические реактора. Уравнения материального и теплового балансов в химическом реакторе.
12. Реактор идеального смешения.
13. Реактор идеального вытеснения.

14.Изотермические процессы в химическом реакторе. Простая необратимая реакция. Влияние параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, время пребывания)

15.Изотермические процессы в химическом реакторе. Простая обратимая реакция. Влияние параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, время пребывания)

16.Изотермические процессы в химическом реакторе. Сложная реакция. Влияние параметров и условий протекания процесса (температура, концентрация, давление, время пребывания).

17.Основы химико-технологической системы.

18.Состав и структура ХТС (элементы и потоки).

19.Графическое описание ХТС (модель, схема).

20.Классификация реакторов

21.Переработка нефти (первичная, вторичная)

22.Сырье в хим. промышленности

23.Энергия в химическом производстве

24.Производство азотной кислоты (окисление оксида азота, абсорбция оксидов азота)

25.Дайте характеристику производства серной кислоты из железного колчедана.

26.Дайте характеристику производства серной кислоты из серы.

27.Дайте характеристику производства азотной кислоты (стадия окисления аммиака).

28.Дайте характеристику вторичной переработки нефти

29.Дайте характеристику первичной переработки нефти.

30.Охарактеризуйте использование энергии в химическом производстве.

31.Охарактеризуйте сырье, используемое в химическом производстве.

32.Дайте характеристику производства азотной кислоты (стадии окисления оксида азота и абсорбции оксидов азота).

33.Дайте характеристику производства азотной кислоты (стадия окисления аммиака).

Пользование различными техническими устройствами, кроме ЭВМ компьютерного класса и программным обеспечением, необходимым для решения поставленных задач, не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен

9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовой работы (6 семестр).

- 1) Производство серной кислоты.
- 2) Производство мочевины.
- 3) Производство аммиачной воды (аммиака).
- 4) Производство аммиачной селитры.
- 5) Производство фосфорных удобрений.
- 6) Переработка нефтепродуктов крекингом.
- 7) Пиролиз в нефтепереработке.
- 8) Производство ацетилена.
- 9) Производство этилена.
- 10) производство толуола.
- 11) Производство стирола.
- 12) Производство полистирола.
- 13) Производство фенола.
- 14) Производство полиэтилена.
- 15) Производство полиэтилентерефталата.
- 16) Производство соляной кислоты.
- 17) Производство азотной кислоты.
- 18) Производство вискозы.
- 19) Производство формальдегида.
- 20) Очистка сточных вод.
- 21) Промышленная водоподготовка.
- 22) Использование каталитических систем в производстве кислот.
- 23) Каталитический крекинг в нефтехимии.
- 24) Каталитическое гидрирование ацетиленов.
- 25) Производство синтетических каучуков.

Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

Курсовая работа может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

3. Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсовой работы, так и работы в целом.

Таблица 5. Разделы курсовой работы по дисциплине «Общая химическая технология»:

№	Наименование раздела	Баллы по шкале
---	----------------------	----------------

раздела		уровня
	Термины и определения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Общая часть (обзор литературы по выбранной теме курсовой работы, сравнение различных технологий получения продукта)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Специальная часть (характерные системы или результаты исследований с их подробной интерпретацией, технологической схемой с описанием работы и основным аппаратом)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
	Заключение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
	Список использованных источников	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 18 до 20;

«хорошо» – при сумме баллов от 14 до 17;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 13;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по разделам «Общая часть» и «Специальная часть» работа имеет 0 баллов.

4. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Курсовая работа по общей химической технологии включает выполнение студентом самостоятельных расчетов конкретного химического производства, а также ознакомление с физико-химическими и технологическими основам химических производств.

Курсовая работа состоит из титульного листа, содержания, нормативных ссылок, терминов и определений, сокращений, введения, основной части, технологической части, заключения, списка использованных источников и приложений (при необходимости). Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было

рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Раздел «Термины и определения» должен начинаться с фразы «В настоящей курсовой работе используются следующие термины с соответствующими определениями», после которой приводятся основные использованные в курсовой работе определения в алфавитном порядке с указанием источника.

Раздел «Сокращения» включается в работу в том случае, если по тексту работы их представлено более десяти.

Во введении необходимо отразить актуальность темы исследования, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Общая (теоретическая) часть может состоять из следующих разделов:

- применение продукта.
- основные этапы развития отрасли;
- основные методы производства изучаемого продукта;
- физико-химические основы производства;
- кинетика процесса.

Специальная (технологическая) часть:

- сырьевая база (характеристика основного, вспомогательного сырья; особенности химического производства с точки зрения использования сырья);
- технологическая схема процесса (формат исполнения А4);
- описание технологического процесса;
- материальный баланс выбранного производства;
- тепловой баланс выбранного производства

При составлении данной части работы студенты должны обратить внимание на влияние технологических параметров на выход продукта и предложить основные мероприятия по сокращению потерь.

В заключении формулируются результаты по проделанной работе.

В заключении необходимо раскрыть особенности отображения в курсовой работе поставленных задач. Объем должен составлять 2-3 страницы.

Список использованных источников должен содержать не менее 10 наименований (книг, монографий, профильных журналов, патентов). Ссылки на нереферируемые источники сети Интернет недопустимы.

Дополнительные процедурные сведения:

а) Студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение первых двух недель обучения. К середине семестра на проверку представляется общая часть курсовой работы, за две недели до защиты – окончательный вариант.

б) проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

г) работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Оптимальный объем курсовой работы 40-50 страниц машинописного текста (не включая приложения), набранного 12-14 шрифтом через 1.5 интервала на листах формата А4 с одной стороны. Поля должны составлять 20 мм сверху и снизу, 30 мм слева и 15 мм справа. Курсовая работа оформляется согласно ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Источники использованной литературы должны оформляться согласно ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список источников следует составлять в порядке упоминания их в тексте. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй - содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу страницы, посередине. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

В учебный процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных, курсовых работ, всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре,

содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление 19.03.01 Биотехнология
Профиль – Промышленная биотехнология
Кафедра Технологии полимерных материалов
Дисциплина «Общая химическая технология»
Семестр 1

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Гетерогенные процессы. Система «газ/Ж-жидкость». Графическое описание процесса. Наблюдаемая скорость процесса.
2. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Описать химико-технологическую систему (процесс) и ее содержание.
3. Задача для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Рассчитать расходные коэффициенты в производстве технического карбида кальция $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$. Технический карбид кальция имеет состав:

Содержание CaC_2 , %	78
Содержание CaO , %	15
Содержание C , %	3
Содержание примесей, %	4
В коксе содержится	
золы, %	4
летучих, %	4
влаги, %	3

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» – при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» – при сумме баллов 4 и отсутствии балла 0;
- «удовлетворительно» – при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» – при сумме баллов 0,1 или 2.

Составитель: к.х.н., доцент кафедры ТПМ

К.В. Чалов

Заведующий кафедрой ХТП, д.х.н., профессор

В.И. Луцик

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление 19.03.01 Биотехнология
Профиль – Промышленная биотехнология
Кафедра Технологии полимерных материалов
Дисциплина «Общая химическая технология»
Семестр 2

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:
Реактор идеального вытеснения. Условия модели. Материальный баланс элементарного объема.

2. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1 балл:
Опишите гомогенные химические процессы. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов.

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:
Дайте характеристику производства серной кислоты из железного колчедана.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» – при сумме баллов 4 и отсутствии балла 0;
«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0,1 или 2.

Составитель: к.х.н., доцент кафедры ТПМ

К.В. Чалов

Заведующий кафедрой ХТП, д.х.н., профессор

В.И. Луцик