

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Физической и прикладной химии»



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

/Дубив Н.В./

2020 г

Рабочая программа учебной дисциплины  
**Химическая технология**  
образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Направленность (профиль): Аналитическая химия  
Форма обучения очная

Рабочая программа учебной дисциплины «Химическая технология» составлена в соответствии с учебными планами по программе специалитета «Фундаментальная и прикладная химия (аналитическая химия)», утвержденными: для очной формы обучения 28.08.2020;

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры Физической и прикладной химии 28.09.2020, протокол заседания кафедры ФПХ № 1

Программу составил  
Доцент, канд. хим. наук

Камаев Д.Н.

Согласовано:

Заведующий кафедрой ФиПХ  
Доцент, канд. хим. наук

Мостальгина Л.В.

Специалист по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела

Казанкова Г.В

Начальник управления  
образовательной деятельности

Синицын С.Н.

### ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
Аудиторные занятия (всего часов), в том числе:	<b>108</b>	<b>108</b>
Лекции	24	24
Лабораторные работы	60	60
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка к экзамену, зачету	18	18
Курсовая работа	9	9
Другие виды самостоятельной работы	9	9
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):	Зачет Экзамен	Зачет Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:	<b>144</b>	<b>144</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- Дисциплина «Химическая технология» относится к блоку 1 обязательной части учебного цикла части учебного цикла;
- Освоение обучающимися дисциплины «Химическая технология» опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения учебных дисциплин химии, физики и математики, безопасность жизнедеятельности, современная химия и химическая безопасность, экономики в объеме программы университета;
- Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины «Химическая технология», и объединяют теорию и практику дисциплин профессионального цикла для реализации в прикладном аспекте в рамках химического производства.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Химическая технология» является:

- Получение фундаментального и профессионального (специального) образования, способствующего всестороннему развитию личности;
- Знание теоретических основ химико-технологических процессов, структуры химико-технологических систем, типовых химико-технологических производств, количественных и качественных показателей химико-технологических процессов;
- Освоение методов расчета химических реакторов и материальных балансов производства, использование освоенных методов при решении конкретных практических задач.

Задачами освоения дисциплины являются:

- Изучение теоретических и практических основ химического производства, как единой технологической системы;
- Овладение методиками математического моделирования и расчетов количественных показателей технологических процессов и систем.

Компетенции формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность применять расчётно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3);
- способностью планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способностью использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме соответствии с правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);

– способность планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках (ПК-1)

– способность определять способы, методы и средства решения технологических задач (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

– Знать теоретические основы химико-технологических процессов, иметь общее представление о структуре химико-технологических систем, типовых химико-технологических процессах производства, понимать взаимодействие химического производства и окружающей среды, структуру химико-технологических систем (для УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5);

– Уметь представить химическое производство как технологическую систему, уметь правильно использовать основные законы химии в организации химического производства, рассчитать количественные показатели процесса и предложить основные направления его усовершенствования (ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6);

– Владеть методами математического моделирования и расчетов количественных показателей технологических процессов (для ПК-1, ПК-3).



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Шифр раздела	Шифр темы	Раздел / тема	Количество часов контактной работы с преподавателем, ч		
			Лекции	Практические	Лабораторные
Р.1	Т.1	Введение. Химическое производство как сложная система.	2	–	–
	Т.2	Сырье и энергоресурсы в химической промышленности.	4	4	–
	Т.3	Макроскопическая теория физико-химических явлений как теоретическая база химической технологии.	4	4	–
	Т.4	Механические, тепловые, массообменные и химические реакционные процессы.	4	–	–
	Т.5	Основные типы химических реакторов.	4	–	–
	Т.6	Математическое моделирование и аппаратное оформление процессов разделения смесей веществ.	4	–	–
	Т.7	Материалы в химической технологии.	2	–	–
	Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	–	16	60
		<b>ВСЕГО</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### **Тема 1. Введение. Химическое производство как сложная система.**

Предмет химической технологии. Этапы развития химической технологии. Сырье, целевой и побочный продукты, полупродукты, отходы производств. Задачи химической технологии. Химическое производство как сложная система. Создание высокоэффективных, интенсивных, безотходных и малоотходных производств на основе комплексного использования сырья и энергии.

#### **Тема 2. Сырье и энергоресурсы в химической промышленности.**

Сырьевая база химических производств. Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе. Обогащение сырья. Вода как сырье. Промышленная водоподготовка. Водооборотный цикл. Вторичное сырье химических производств. Использование отходов производства как вторичных материальных ресурсов. Комплексное использование сырья. Энергия в химическом производстве. Потребление энергии и энергоснабжение в химическом производстве. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов. Источники энергии в химическом производстве. Рациональное производство энергии. Энерготехнологические схемы. Способы комбинирования и использования энергетического сырья и тепла химических реакций.



Вторичные энергетические ресурсы, их классификация. Основные направления утилизации (генерация водяного пара, преобразование в механическую энергию, рекуперация тепла). Фундаментальные критерии эффективности производства и основные технологические компоненты. Производительность, мощность, интенсивность, теоретический и практический выходы, селективность, степень превращения, расходные коэффициенты.

### **Тема 3. Макроскопическая теория физико-химических явлений как теоретическая база химической технологии.**

Термодинамические расчеты химических реакций. Химическое равновесие и методы его смещения. Кинетические характеристики процесса: поток масс, компонента, теплоты, энтальпии, импульса. Гомо- и гетерогенные процессы. Основные стадии. Лимитирующая стадия гетерогенного процесса. Способы повышения скорости процессов. Периодические и непрерывные процессы. Катализ в химической технологии. Понятие катализа, механизм протекания каталитических реакций. Гомо- и гетерогенный катализ. Свойства катализаторов и их изготовление.

### **Тема 4. Механические, тепловые, массообменные и химические реакционные процессы.**

Химико-технологический процесс. Классификация химико-технологических процессов.

Механические процессы. Гидромеханические процессы. Элементы гидравлики. Физические свойства жидкостей. Дифференциальные уравнения Эйлера. Основные уравнения гидростатики и их практическое значение. Перемещение жидкостей и газов. Основные характеристики движения. Поток. Установившиеся и неустановившиеся потоки. Режимы движения жидкостей. Расход жидкости при установившемся ламинарном потоке. Уравнение неразрывности потока. Дифференциальное уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли. Движение тел в вязкой среде. Гидравлические и местные сопротивления. Осаждение частиц под действием сил тяжести. Скорость осаждения. Движение жидкости через пористые слои. Гидравлика кипящего слоя.

Тепловые процессы. Значение тепловых процессов в химической технологии. Виды передачи тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Тепловые балансы. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия. Нагревающие агенты и способы нагревания.

Массообменные процессы. Характеристики и материальный баланс массообменных процессов. Рабочие линии. Механизм процессов массопереноса. Равновесие, движущая сила и скорость массопередачи. Молекулярная диффузия и конвективный перенос. Критерии подобия диффузионных процессов. Уравнение массопередачи. Расчет процессов массопередачи. Абсорбция. Физические основы процесса. Материальный и тепловой баланс. Кинетические закономерности процесса абсорбции. Перегонка жидкостей. Характеристика двухфазных систем жидкость-пар. Классификация бинарных систем. Простая перегонка. Ректификация.

Химические реакционные процессы. Классификация химических процессов (ХП) по комплексу принципов: химические признаки (вид химической реакции, термодинамические характеристики, схемы превращения), фазовые признаки (число взаимодействующих фаз, их агрегатное состояние). Основные показатели ХП – степень превращения, выход продукта, селективность, скорость химической реакции.

### **Тема 5. Основные типы химических реакторов.**

Технологическая классификация химических реакторов. Математические модели реакторов. Характеристическое уравнение идеальных типов изотермических реакторов. Реакторы периодического действия. Реакторы с переменным объемом реакционной среды.



Реакторы непрерывного действия: реактор идеального вытеснения и реактор идеального смешения. Сравнение различных типов реакторов. Реакторы смешения, включенные в каскад. Степень превращения в каскаде реакторов. Сопоставление каскада реакторов смешения и реактора идеального вытеснения. Обоснование оптимального числа реакторов в каскаде. Аналитический и графический методы. Адиабатические реакторы непрерывного действия. Промышленные химические реакторы – конструктивная классификация реакторов

#### **Тема 6. Математическое моделирование и аппаратное оформление процессов разделения смесей веществ.**

Разделение систем твердое-жидкое. Осаждение частиц под действием силы тяжести. Отстойники. Принципы расчета. Конструкции отстойников. Осаждение частиц под действием центробежных сил. Центрифуги. Принципы расчета. Фильтрование. Виды фильтров. Расчет фильтров.

Разделение систем твердое-газ. Циклоны. Электрофильтры. Рукавный фильтр. Мокрая очистка газов. Скрубберы.

Разделение систем жидкость – жидкость. Простая перегонка. Ректификация. Устройство ректификационных колонн. Расчет числа тарелок колонны непрерывного действия.

Адсорбция, физические основы процессов адсорбции и десорбции. Важнейшие адсорбенты и их характеристики. Цеолиты и молекулярные сита. Устройство адсорбционных аппаратов периодического и непрерывного действия.

Моделирование процессов химической технологии. Физическое моделирование. Критерии подобия. Геометрическое, гидродинамическое, тепловое, диффузионное подобие. Химическое подобие. Критерий Дамкеллера. Метод аналогий. Математическое моделирование и его этапы. Блок-схема операций.

#### **Тема 7. Материалы в химической технологии.**

Требования химического машиностроения к материалам для изготовления аппаратуры (механическая прочность, термическая устойчивость, химическая стойкость). Важнейшие виды природных, металлических, полимерных и других материалов, а также их сочетаний, используемые в производстве химической аппаратуры



### 4.3. Практические занятия

Шифр темы	Раздел / тема	Содержание	Часы
Т.2	Сырье и энергоресурсы в химической промышленности.	Материальный баланс, энергетический баланс	4
Т.3	Макроскопическая теория физико-химических явлений как теоретическая база химической технологии.	Материальный баланс, энергетический баланс, направленность химических процессов, химическое равновесие, смещение химического равновесия	4
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Технология производства серной кислоты. Сырьевая база для производства серной кислоты, обжиг серо-содержащего сырья, окисление диоксида серы, абсорбция триоксида серы	2
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Производство аммиака. Функциональная схема производства, очистка природного газа, синтез аммиака, энерготехнологическая схема	2
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Производство азотной кислоты. Функциональная схема производства, окисление аммиака, абсорбция оксидов азота, энерготехнологическая система	2
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Производство фосфорной кислоты	2
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Производство стекла	2
Т.2, Т.3, Т.8	Рубежный контроль №1	Содержание тем Т.2, Т.3, Т.8 практических занятий: Материальный баланс, энергетический баланс; Технология производства серной кислоты; Производство аммиака; Производство азотной кислоты. Производство фосфорной кислоты; Производство стекла.	2
Т.8	Технологические схемы важнейших химических производств.	Химическая переработка нефти. Первичная перегонка, каталитический реформинг углеводородов, пиролиз низших углеводородов, нефтехимический синтез.	2
Т.8	Рубежный контроль №2	Содержание темы Т.8 Химическая переработка нефти. Первичная перегонка, каталитический реформинг углеводородов, пиролиз низших углеводородов, нефтехимический синтез.	2
ВСЕГО			24



#### 4.4. Лабораторные занятия

Шифр темы	Раздел / тема	Содержание	Часы
Лб.1	Производство серной кислоты	Получение серной кислоты контактным способом из серы, определение практического выхода продукта	4
Лб.2	Производство азотной кислоты	Получение азотной кислоты каталитическим окислением аммиака, определение практического выхода продукта	4
Лб.3	Варка силикатного стекла	Получение (варка стекла) заданного состава и исследование свойств полученного продукта	4
Лб.4	Коксование каменного угля	Коксование угля, количественное продуктов коксование	4
Лб.5	Технология получения мыла	Получение мыла на основе животного жира, определение практического выхода продукта и исследование его свойств	4
Лб.6	Электролиз раствора хлорида натрия	Расчет технологических параметров электролиза, количественное определение конечных продуктов электролиза	4
Лб.7	Анализ и подготовка технической воды	Подготовка и анализ технической воды на имеющиеся компоненты для промышленного использования	4
Лб.8	Получение железа высокой чистоты	Получение высокочистого железа методом электролиза с предварительным расчетом необходимых технологических параметров	4
Лб.9	Определение скорости коррозии металлов	Определение скорости коррозии различных металлов	4
Лб.10	Определение выхода аммиака	Расчет зависимости практического выхода аммиака в равновесной реакционной смеси от давления.	4
Лб.11	Определение зависимости свободной энергии от температуры для реакции диссоциации углекислого газа	Определение зависимости энергии Гиббса от температуры для реакции диссоциации углекислого газа, и определение оптимальной температуры разложения.	4
Лб.12	Определение константы равновесия диссоциации карбоната кальция	Определение константы равновесия диссоциации карбоната кальция при промышленном получении углекислого газа	4
Лб.13	Определение константы равновесия образования водяного газа	Определение температурной зависимости константы равновесия при образовании водяного газа в производстве чугуна	4
Лб.15	Расчет технологических параметров для химического реактора идеального вытеснения	Определение технологических параметров химического реактора идеального вытеснения на основе математической модели	4
Лб.16	Расчет технологических параметров для химического реактора идеального смешения	Определение технологических параметров химического реактора идеального смешения на основе математической модели	4
<b>ВСЕГО</b>			<b>60</b>



#### 4.5. Курсовая работа

Курсовая работа представляет собой форму самостоятельной работы, выполненной под научным руководством преподавателя. Курсовая работа по дисциплине «Химическая технология» выполняется студентами специальности «Фундаментальная и прикладная химия» в 8 семестре и заканчивается защитой.

Целью курсовой работы является закрепление знаний по химической технологии в процессе выполнения следующих задач:

- умение провести реферативный обзор литературы с углубленным изложением конкретной теоретической и практической проблемы на основе самостоятельного анализа;
- умение самостоятельно планировать и выполнять экспериментальную часть, с дальнейшим обсуждением полученных результатов.

Тема курсовой работы должна быть выбрана студентом до 1 ноября и согласована с преподавателем – руководителем курсовой работы. В течение 8-ого семестра студент проводит анализ литературы и интернет ресурсов с целью поиска необходимой информации по теме курсовой работы, подбирает экспериментальные или расчетные методики для выполнения экспериментальной части.

Подобранные методики согласовываются с руководителем, проводится поиск необходимых реактивов и оборудования, составляется план эксперимента и предварительное содержание курсовой работы. В начале 8-ого семестра студент выполняет экспериментальную (расчетную) часть работы, составляет литературный обзор и обсуждение полученных результатов. При успешном выполнении курсовой работы возможно выступление с докладом по теме исследования на студенческой конференции.

После подготовки первоначального варианта работы и согласования его с руководителем курсовая работа оформляется соответствующим образом и до 30 мая сдается на кафедру на бумажном носителе (формат А4) в пластиковом скоросшивателе.

Объем текста составляет 20–30 страниц набранных в редакторе Microsoft Word, шрифт Times new Roman, кегль 14, с межстрочным интервалом 1,5, выравниванием по ширине.

После назначается дата защиты курсовой работы. Для защиты работы студент готовит короткий доклад и согласует его с руководителем.

Курсовая работа содержит следующие примерные разделы:

- Содержание (с указанием страниц);
- Введение;
- Основная часть, включая обзор литературы, методику исследования, обсуждения результатов и выводы.

- Примерные темы курсовых работ:
1. Сравнительный анализ промышленных методов очистки воды;
  2. Коррозия различных сортов сталей в кислой среде
  3. Определение технологических параметров окисления сернистого газа

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Химическая технология» преподается в течение 8-ого семестра в виде лекционных, практических и лабораторных занятий, на которых выполняется изучение общих основ химического производства, а также переработки производства конкретных продуктов. В преподавание курса используются современные образовательные технологии: проблемные лекции, тренинг и разбор конкретных ситуаций, технология коллективного взаимодействия, технология развития критического мышления, использование иллюстративного материала (текстовой, графической и цифровой информации), мультимедийных форм презентаций.

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель. Лабораторный практикум знакомит с технологией важнейших химических производств и методиками необходимых технологических расчетов и моделирований на основе современных математических методов. Результаты некоторых лабораторных работ могут быть представлены в интерактивной форме в виде презентаций, графического оформления.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы.

Для текущего контроля успеваемости используется балльно-рейтинговая система оценки академической активности обучающихся.

Самостоятельная работа студента выполняется по учебникам, учебным пособиям, современной литературе по профилю с привлечением других современных информационных источников, таких как интернет, средства массовой информации.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины подготовку к практическим и лабораторным занятиям, к рубежным контролям, зачету, экзамену. Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:



## Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование самостоятельной работы	часы
Подготовка к аудиторным занятиям	5
Подготовка к рубежному контролю (2 часа на каждый рубеж)	4
Курсовая работа	9
Подготовка к промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	18
<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения)
2. Отчеты студентов по лабораторным работам
3. Задания к рубежным контролям №1, №2
4. Вопросы к зачету
5. Вопросы к экзамену
6. Курсовая работа

**6.2. Система балльно-рейтинговой оценки  
работы студентов по дисциплине  
8 семестр (зачет)**

№	Наименование	Содержание						
		Распределение баллов за 8 семестр						
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводится студентам на первом занятии)	Вид УР.	Лекция	Защита лабораторной работы		Зачет		
		Оценка в баллах	1	1–3 (в зависимости от качества выполнения и защиты) и 13 баллов за активность и оригинальность, решение задач		1–30		
		Примечание	Посещение и запись лекции	Выполнение и защита лабораторной работы		Сдача		
		Всего баллов	12 12 лекций по 2 часа	45 (максимум) + 13=58 баллов 15 работ по 4 часа		30 (максимум)		
		Курсовой проект 8 (семестр)						
		Объект оценки	Качество пояснительной записки	Качество графической части	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего
		Балльная оценка	1–20	1–20	1–20	коэффициент 0,8 – 1,2	1-40	100

**8 семестр (экзамен)**

№	Наименование	Содержание				
		Распределение баллов за 8 семестр				
1	Распределение баллов за семестр по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводится студентам на первом занятии)	Вид УР.	Рубежный контроль № 1 (коллоквиум)	Рубежный контроль № 2 (коллоквиум)	Практическая работа	экзамен
		Оценка в баллах	5	5	6	30
		примечание	Ответ на вопрос	Ответ на вопрос	Ответ на вопросы, доклад по теме 6 баллов	сдача
		Всего баллов	5	5	60 10 занятий по 2 часа	–
2	Критерий пересчета в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно (не зачтено) 61–73 баллов удовлетворительно (зачет) 74–90 баллов хорошо 91–100 баллов отлично				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического экзамена, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации зачету, экзамену студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы и набрать минимум <b>50</b> баллов, и защитить курсовую работу.</p> <p>Для получения зачета автоматически необходимо набрать минимум <b>61</b> баллов.</p> <p>Для получения экзаменационной оценки удовлетворительно «автоматически» необходимо набрать 68 баллов.</p> <p>Если студент набрал 68 баллов, то по согласованию с преподавателем, за активное участие в учебной и научной работе, знание фактического материала, за оригинальность мышления с учетом всех набранных баллов, студенту могут быть добавлены дополнительные бонусные баллы и «автоматически» выставлена за экзамен оценка «хорошо» или «отлично».</p>				



4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических и лабораторных работ.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнение и защита пропущенных лабораторных занятий (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной работы самостоятельно) (1–3 балла)</li> <li>– прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от итогов контроля)</li> <li>– выполнение и защита заданий (решение задач, защита реферата, создание презентации и др.) по пропущенным практическим занятиям (1–4 балла)</li> <li>– ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем, (1 балл за одно задание)</li> </ul>
---	--	---

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме коллоквиума, включающего устное собеседование. Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии. Время на подготовку одного вопроса – 15 мин.

Зачет выставляется по итогам защиты лабораторных работ. Защита лабораторной работы включает устное собеседование по тематике работы, обсуждение полученных результатов (максимум 3 балла за одну работу, 45 за все). Экзамен проводится в форме устного собеседования. На подготовку к ответу студенту предоставляется 20 минут.

Экзаменационный билет включает 1 теоретический вопрос. На подготовку к ответу студенту дается минимум 20 минут. Оценка определяется по результатам устного собеседования. Вопрос оценивается в 30 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачета и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, зачета и экзамена

#### Примерные вопросы к зачету

1. Физико-химические основы и технологические схемы производства серной кислоты. Типы печей для обжига. Очистка обжигового газа. Устройство контактного узла и абсорбционной аппаратуры.
2. Азотоводородная смесь и методы ее получения. Технологическая схема получения аммиака.
3. Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты. Методы концентрирования кислоты.
4. Азотные минеральные удобрения и их классификация. Производство нитрата аммония, карбамида.
5. Калийные минеральные удобрения. Галургический и флотационный методы выделения хлорида калия из сильвинита.
6. Экстракционный и электротермический методы получения фосфорной кислоты.
7. Электролиз водного раствора хлорида натрия. Разновидности технологического процесса



8. Переработка нефти и нефтепродуктов. Трубчатые печи. Установки АВТ. Продукты прямой гонки нефти.
9. Термический и каталитический крекинг нефти. Реформинг и пиролиз нефти.
10. Коксохимическое производство. Устройство и работа коксовой батареи. Переработка коксового газа.
11. Варка стекла. Состав шихты, особенности процесса. Получение стеклянных изделий.
12. Физико-химические основы процессов варки жирового мыла. Синтетические моющие средства.
13. Вода в химической промышленности. Требования к технической и питьевой воде.
14. Промышленный органический синтез на примере производства метанола, формальдегида и бутадиена.
15. Фосфорные минеральные удобрения. Производство простого и двойного суперфосфата.
16. Производство чугуна и стали.

#### Примерные вопросы к экзамену

1. Основные понятия химической технологии. Способ производства. Сырье, целевой, побочный, промежуточный продукты, отходы производства.
2. Виды и классификация сырья.
3. Обогащение сырья. Дробилки, отсадочные машины.
4. Флотация как вид обогащения.
5. Комплексное использование сырья.
6. Виды и источники энергии, используемые в химических производствах.
7. Рациональное использование энергии. Энерготехнологические схемы.
8. Вода в химической промышленности. Требования к технической и питьевой воде. Методы водоподготовки. Очистка сточных вод.
9. Жесткость воды и методы ее умягчения.
10. Задачи, решаемые химической технологией. Классификация химико-технологических систем.
11. Технические показатели эффективности производства: расходный коэффициент, производительность и др.
12. Химико-технологический процесс, его стадии. Типовые химико-технологические процессы.
13. Классификация химико-технологических процессов по типу торможения, по способу организации и др.
14. Уравнения балансов как основа технологических расчетов. Общее уравнение баланса.
15. Материальный баланс как выражение закона сохранения массы. Уравнение материального баланса на примере взаимного движения сред.
16. Закон сохранения энергии. Тепловой баланс на примере реакторов идеального вытеснения и идеального смешения.
17. Законы гидродинамики. Силы в гидродинамике.
18. Поток, плотность потока, потенциал субстанции. Основное уравнение переноса.
19. Характеристики движения потока. Ламинарное и турбулентное течение жидкости и газа.
20. Уравнение неразрывности потока. Уравнения переноса теплоты и массы как частные случаи уравнения переноса.
21. Уравнение Навье-Стокса (уравнение переноса импульса).
22. Уравнения Эйлера как частный случай уравнения Навье – Стокса.
23. Основное уравнение гидростатики как частный случай уравнения Эйлера.
24. Уравнение Бернулли. Его физический смысл и применение. Движение жидкости в трубах.



25. Гидравлическое сопротивление. Уравнение Дарси.
26. Местные сопротивления. Расчет гидравлического сопротивления аппаратов.
27. Физико-химические основы технологических процессов (химическое равновесие, термодинамический расчет константы равновесия, уравнение Аррениуса, уравнение изобары реакции).
28. Требования к химическим реакторам. Классификация химических реакторов (по организации процесса, по режиму, по фазовому состоянию и т.п.).
29. Реактор идеального вытеснения.
30. Реактор идеального смешения.
31. Реактор периодического действия
32. Гомогенные процессы и реакторы.
33. Реакторы для гетерогенных процессов (Г-ТВ, Г-Ж, ТВ-Ж).
34. Свободное и стесненное осаждение. Пример расчета скорости осаждения.
35. Устройство и конструкции отстойников. Примеры их расчета.
36. Осаждение под действием центробежных сил. Циклоны. Пример расчета циклона.
37. Устройство и конструкции отстойных центрифуг и сепараторов. Примеры их расчета.
38. Движение жидкости через слои зернистых материалов. Типы фильтрующих перегородок.
39. Способы и движущая сила фильтрования. Конструктивные особенности фильтров периодического действия.
40. Фильтры непрерывного действия. Фильтрующие центрифуги.
41. Мокрая очистка газов. Полые и насадочные скрубберы.
42. Очистка газов в электростатическом поле. Устройство и расчет электрофильтров
43. Процессы адсорбции и десорбции в химической технологии.
44. Промышленные адсорбенты и их свойства.
45. Примеры аппаратуры для адсорбционных процессов.
46. Математическое моделирование и его этапы.
48. Требования к конструкционным материалам, применяемым для изготовления химической аппаратуры.
49. Структура технических металлов. Металлы как основные материалы химического оборудования.
50. Особенности коррозионных процессов химического оборудования. Антикоррозионные защитные покрытия.
51. Неметаллические материалы в химическом машиностроении.

#### Вопросы к рубежным контролям

##### Примерные вопросы к рубежному контролю № 1

1. Производство серной кислоты (сырье, стадии, технологическая схема);
2. Производство аммиака (функциональная схема, синтез, возможные варианты увеличения выхода готового продукта);
3. Производство азотной кислоты (функциональная схема, стадии, аппаратное исполнение)
4. Материальный баланс. Составление материального баланса;
5. Энергетический баланс, составление энергетического баланса;
6. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия в промышленном производстве;
7. Термодинамика химического равновесия;
8. Технологические критерии химического производства.
9. Технология получения фосфорной кислоты
10. Производство стекла.

### Примерные вопросы к рубежному контролю № 2

1. Состав и происхождение нефти
2. Перегонка нефти: устройство ректификационной колонны, обязательные условия для процесса ректификации;
3. Термический и каталитический крекинг нефти. Реформинг и пиролиз нефти;
4. Ароматизация и коксование нефтепродуктов;
5. Переработка нефтяных газов;
6. Товарные нефтепродукты;
7. Виды твердого топлива и его переработка;
8. Коксохимическое производство. Устройство и работа коксовой батареи. Переработка коксового газа.
9. Производство чугуна
10. Производство стали и сплавов на основе железа.



## 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 528с.
2. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учеб. для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 452с.
3. Общая химическая технология и основы промышленной экологии/ Ксензенко В.И., Кувшинников И.М., Скоробогатов В.С. и др.; Под ред. Ксензенко В.И.: Учеб. для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: КолосС, 2003. – 328с.
4. Общая химическая технология: Учеб.для химико-техн. спец. вузов. Ч.1.: Теоретические основы химической технологии/ Мухленов И.П., Авербух А.Я., Тумаркина Е.С. и др.; 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1984. – 256с.
5. Общая химическая технология: Учеб. для химико-техн. спец.вузов. Ч.2.: Важнейшие химические производства/ Мухленов И.П., Авербух А.Я., Кузнецов Д.А. и др.; 4-е изд. – М.: Высш. шк., 1984. – 263с.
6. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник: В 2 кн./ Айнштейн В.Г., Захаров М.К., Носов Г.А. и др.; Под ред. В.Г.Айнштейна. - М.: Логос; Высшая школа, 2003. – Кн.1 – 912с., Кн.2 – 872с.
7. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] / Фролов В.Ф. – 2-е изд., истр. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2008. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081581.html>
8. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Ю. Закгейм - М.: Логос, 2017. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>

### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.З. Зарифьянова, Т.Л. Пучкова, А.В. Шарифуллин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2015. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788217550.html>
2. Технология подготовки сырья для неорганических производств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.И. Нифталиев, Ю.С. Перегудов - Воронеж : ВГУИТ, 2014. - режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000320471.html>
3. Технология керамики. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.И. Нифталиев, И.В. Кузнецова - Воронеж : ВГУИТ, 2014. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000320464.html>
4. Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Бухаров, Г.Н. Нугуманова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214368.html>
5. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Заварухин С.Г. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232846.html>
6. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи)



- [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.М. – 3-е изд., испр. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2010. – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938081826.html>
7. Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий [Электронный ресурс] / Егоров А.Ф., Савицкая Т.В. - М.: КолосС, 2006. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202911.html>
8. Безопасность производства и труда на химических предприятиях [Электронный ресурс] / И.А. Роздин, Е.И. Хабарова, О.Н. Вареник - М. : КолосС, 2006. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202245.html>

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Практикум по химической технологии (на правах рукописи)./ Камаев Д.Н. доцент каф. ФиПХ
2. Кирова О.Н. Анализ и подготовка технической воды: Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов специальности 020101 «Химия». – Курган, КГУ, 2010. – 10с.

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	<a href="http://www.chem.msu.ru/">http://www.chem.msu.ru/</a>	Портал фундаментального химического образования
2	<a href="http://chemanalytica.com/">http://chemanalytica.com/</a>	Научно-популярный химический портал
3	<a href="http://chemister.ru/">http://chemister.ru/</a>	Сайт по неорганическому и органическому синтезу и литературным источникам по синтезу веществ, токсикологии фармакологии
4	<a href="https://teach-in.ru/course/chemical-engineering">https://teach-in.ru/course/chemical-engineering</a>	Курс лекций по химической технологии



## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Специализированная учебная лаборатория для проведения практических и лабораторных занятий по химической технологии
2. Лабораторные установки:
  - для производства серной кислоты;
  - для производства азотной кислоты;
  - для коксования угля;
  - для получения мыла;
  - для варки стекла;
  - для электролиза раствора хлорида натрия.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Химическая технология»  
образовательной программы высшего образования – программы специалитета  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Направленность (профиль): Аналитическая химия

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 4зачетных единиц (144 часа.)  
Семестр: 8 (очная форма обучения),  
Форма промежуточной аттестации: Зачет, экзамен

#### Содержание дисциплины

Предмет изучения, методы и задачи химической технологии. Сырье, водные и энергетические ресурсы. Физико-химические основы химической технологии. Классификация химических реакций и методы управления ими. Перенос массы, теплоты, импульса в процессах химико-технологических систем. Основные процессы разделения смесей веществ и их аппаратурное оформление. Типовые химические производства. Конструкционные материалы в химическом оборудовании. Физическое и математическое моделирование в химической технологии. Экологические аспекты химических производств.