

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
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)»  
**«Химическая технология»**  
Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия  
Направленность (профиль) – Медицинская и фармацевтическая химия  
Тип задач профессиональной деятельности –научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Химико-технологический факультет  
Кафедра «Биотехнологии, химии и стандартизации»

Тверь 20\_\_

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

Разработчик программы:  
доцент кафедры БХС

А.В. Быков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БХС  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

М.Г. Сульман

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 «Химическая технология» является формирование и развитие технологического и экологического мышления, навыков нахождения оптимального режима выполнения операций, используя возможности математического моделирования и системного подхода.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о структуре химического производства, типовых химико-технологических процессах, основных этапах синтеза химико-технологических систем; основных стадиях химико-технологического процесса и приборной базе необходимой для их осуществления; принципах термодинамических расчетов химико-технологических процессов и использования законов химической кинетики при выборе технологического режима и моделировании этих процессов; основных принципах создания экологически чистых малоотходных химических производств;

- овладение навыками составления и анализа математических моделей химических и физико-химических превращений, протекающих в отдельных элементах ХТС; навыками выбора модели химического реактора для типового ХТП в заданной ситуации; навыками количественного описания физико-химических превращений, массообмена и теплообмена ХТП;

- формирование навыков использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- формирование владения основами теории фундаментальных разделов химии;

- формирование способности применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;

- 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;

- формирование владения навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;

- формирование владения опытом работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях;

- формирование владения методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;

- формирование понимания основных направлений развития, структуры и основы функционирования современных химических производств.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, полученные студентами при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Физика», «Математика», «Органическая химия».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплины «Технология лекарственных форм» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

**Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-1.1.** *Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

31.1. Теоретические основы химико-технологических процессов; направление, предел протекания, равновесные степени превращения; роль кинетических (микро- и макро-) закономерностей для технологии; факторы, определяющие скорость гомогенных и гетерогенных процессов; понятие о движущей силе процесса.

**Уметь:**

У1.1. Определять основные критерии эффективности химического процесса.

**ИОПК-1.2.** *Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

32.1. Типовые химико-технологические процессы производства, понимать взаимодействие химического производства и окружающей среды.

**Уметь:**

У2.1. Ориентироваться в методах синтеза и очистки веществ, технологических операциях, схемах производств.

**ИОПК-1.3.** *Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

33.1. Теоретические основы химической технологии;

**Уметь:**

У3.1. Проводить обобщение и интерпретацию экспериментальных данных согласно теоретическим основам изучаемой дисциплины.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-2.1.** *Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

34.1. Четыре класса опасности вредных веществ по степени их воздействия на организм.

**Уметь:**

У4.1. Проводить типичные для химических синтезов операции с веществами с соблюдением техники безопасности.

**ИОПК-2.2.** *Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

35.1. Структуру химико-технологических систем; типовые химико-технологические процессы производства, понимать взаимодействие химического производства и окружающей среды.

**Уметь:**

У5.1. Применять методы химического анализа; уметь ориентироваться в современном оборудовании, методах синтеза веществ, технологических операциях, схемах производств.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-3.** Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-3.1.** *Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

36.1. Теоретические основы химико-технологических процессов; модели идеальных реакторов, теоретические основы процессов разделения и способы расчёта.

**Уметь:**

У6.1. Проводить расчёты на основе моделей идеальных реакторов;

У6.2. Проводить расчёт материального баланса;

У6.3. Уметь проводить расчёт теплового баланса.

**Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

**ОПК-6.**Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

**Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИОПК-6.2.***Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

37.1. Принципы построения схем производств, общепринятые условные обозначения аппаратов, материальных и тепловых потоков в технологических схемах.

**Уметь:**

У7.1. Читать и интерпретировать химические, технологические и функциональные схемы производств.

**ИОПК-6.3.** *Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

38.1. Принципы организации и построения научных сообщений.

**Уметь:**

У8.1. Уметь сформировать научное сообщение на основе изученного материала.

**ИОПК-6.4.** *Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языке.*

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**Знать:**

39.1. Знать способы представления результатов исследований в научной и научно-популярной форме.

**Уметь:**

У9.1. Анализировать, структурировать и обобщать результаты исследований.

**3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

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

#### 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>5 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		135
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		60
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		45+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		20
- подготовка к практическим занятиям		15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		10+36(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0
<b>6 семестр</b>		
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		135
В том числе:		
Лекции		45
Практические занятия (ПЗ)		30
Лабораторные работы (ЛР)		60
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		45+36(экз)
В том числе:		
Курсовая работа		20
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным работам		10
- подготовка к практическим занятиям		5
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		не предусмотрен
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		10+36(экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
<b>5 семестр</b>						
1	Общие вопросы химической технологии	20	6	4	0	6+4(экз)
2	Закономерности и методы химической технологии	26	6	6	0	8+6(экз)
3	Химико-технологические процессы и реакторы	93	17	12	34	16+14(экз)
4	Системы разделения и очистки в химической технологии	77	16	8	26	15+12(экз)
	<i>Всего часов за 5 семестр</i>	216	45	30	60	45+36(экз)
<b>6 семестр</b>						
5	Химико-технологические системы	24	6	6	0	6+6(экз)
6	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности. Экологические проблемы химической технологии	38	6	4	14	6+8(экз)
7	Важнейшие химические производства	154	33	20	46	33+22(экз)
	<i>Всего часов за 6 семестр</i>	216	45	30	60	45+36(экз)
	<b>Всего на дисциплину</b>	<b>432</b>	<b>90</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>90+72(экз)</b>

### 5.2. Содержание дисциплины

#### МОДУЛЬ 1 «ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»

Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Отличительные особенности изучения промышленных химико-технологических процессов (ХТП) по сравнению с лабораторными химическими и физико-химическими исследованиями. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем обеспечения безопасности химических производств и защиты окружающей среды. Важнейшие технологические понятия и определения. Экономическая эффективность химических производств. Критерии эффективности ХТП. Сущность и методы составления материальных и энергетических балансов химико-технологических систем.



## **МОДУЛЬ 2 «ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕТОДЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»**

Значение термодинамических закономерностей для технологии. Термодинамический анализ ХТП. Направление, предел протекания, равновесные степени превращения. Роль кинетических (микро- и макро-) закономерностей для технологии. Факторы, определяющие скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Понятие о движущей силе процесса. Влияние температуры, давления, обновления поверхности контакта на течение процесса. Роль макрокинетики: гидродинамических условий, тепло- и массообмена. Технологические приемы ускорения и замедления реакций. Сущность и значение оптимизации физико-химических условий проведения технологических процессов.

## **МОДУЛЬ 3 «ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И РЕАКТОРЫ»**

Моделирование ХТП. Классификация процессов в зависимости от основных законов, определяющих скорость этих процессов: гидромеханические, массообменные (диффузионные), химические (реактивные). Гомогенные и гетерогенные процессы. Закономерности протекания гомогенных процессов. Составление и анализ кинетических моделей реакционных процессов, проверка адекватности. Моделирование как основной метод расчета ХТП. Виды моделирования: физическое, математическое. Подобие как основа моделирования. Критерии подобия: кинетические, диффузионные, гидродинамические, тепловые. Общий вид критериальных уравнений. Классификация химических реакторов и режимов их работы. Реакторы с идеальной структурой потоков. Материальный баланс и кинетические модели реакторов идеального вытеснения и идеального смешения. Каскад реакторов идеального смешения. Сравнение эффективности реакторов с различными гидродинамическими режимами. Реалистичность моделей идеальных потоков. Причины отклонений от идеальностей. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков. Основные закономерности протекания гетерогенных химико-технологических процессов. Процессы, протекающие во внешнедиффузионной, внутридиффузионной и кинетической областях. Гетерогенно-каталитические процессы. Технологические характеристики катализаторов. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов. Влияние диффузионных торможений на селективность. Математическое моделирование гетерогенных процессов. Квазимогенная модель. Модель частицы с непрореагирующим ядром при внешнедиффузионном и внутридиффузионном торможении.

## **МОДУЛЬ 4 «СИСТЕМЫ РАЗДЕЛЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»**

Принципы разделения и очистки реакционных смесей. Ректификация. Ректификационная колонна. Виды тарелок и насадок. Элементы расчета ректификации. Технология экстрактивной и азеотропной ректификации. Абсорбция. Технология абсорбции. Экстракция жидкость-жидкость.

Экстрагенты. Технология непрерывной экстракции. Хемосорбция. Адсорбция. Адсорбенты. Узел адсорбции. Реактор со смешанными функциями.

### **МОДУЛЬ 5 «ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

Химическое производство как сложная система взаимосвязанных потоками элементов с протекающими в них превращениями, в том числе и химическими. Принципы и общая стратегия системного подхода. Структурная иерархия ХТС: молекулярные процессы – макрокинетика – аппараты – производства – общие проблемы развития техносферы. Подсистемы контроля и управления технологическими процессами. Роль математического моделирования в решении задач проектирования и эксплуатации ХТС. Классификация моделей ХТС и типы технологических связей. Разомкнутые и замкнутые ХТС. Синтез и анализ ХТС. Энергетическая эффективность ХТС.

### **МОДУЛЬ 6 «СЫРЬЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БАЗА ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ»**

Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов. Принципы обогащения сырья. Воздух и вода как сырье химической промышленности. Промышленная водоподготовка. Химические, физико-химические, механические и биологические методы очистки воды. Накипи, пути их предотвращения и устранения. Обессоливание воды. Потребление энергии в химических производствах. Энергетические ресурсы химической промышленности. Энергетическая проблема и ее перспективы.

Источники промышленного загрязнения биосферы: эксплуатационные и аварийные. Роль методов химической технологии в охране окружающей среды. Очистка отходящих газов и сточных вод химических производств. Создание водооборотных циклов. Проблема утилизации твердых отходов. Создание безотходных технологических процессов.

### **МОДУЛЬ 7 «ВАЖНЕЙШИЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА»**

Технология связанного азота. Получение технологических газов. Синтез аммиака. Технология азотной кислоты. Технология производства серной кислоты. Выбор технологических режимов, организация технологической схемы. Решение задач ресурсо- и энергосбережения за счет утилизации теплоты экзотермической реакции и создания циклической системы производства серной кислоты. Переработка нефти и природного газа. Технология органических и высокомолекулярных соединений. Синтезы на основе оксида углерода и водорода, получение искусственных волокон. Внедрение биотехнологических процессов в химические производства.

### 5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудо- емкость в часах
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> изучение типов химических реакторов	Реактор идеального вытеснения	34
	Реактор идеального смешения	
	Коллоквиум по модулям 1-3	
<b>Модули 4 и 5</b> <b>Цель:</b> изучение методов подготовки сырья	Водоподготовка. Очистка воды с применением коагулянтов	26
	Определение основных характеристик ионообменного слоя	
	Исследование зависимости физико-химической температурной депрессии от концентрации раствора	
	Коллоквиум по модулям 4-5	
<b>Модуль 6 и 7</b> <b>Цель:</b> изучение типовых химических производств	Получение полисульфитных каучуков (тиоколов)	60
	Определение констант процессов фильтрования	
	Получение аммиачной селитры	
	Получение металла восстановлением его оксида углем	
	Жидкостная экстракция	
	Разделение жидких смесей на ректификационной колонке при атмосферном давлении	
	Электролиз раствора хлорида натрия	
	Коллоквиум по модулям 6-7	

### 5.4. Практические занятия

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

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудо- емкость в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> формирование представлений о критериях оценки эффективности производств и расчёт материального баланса	Решение задач, связанных с оценкой степени превращения, интегральной и дифференциальной селективности, выхода продукта. Элементарные представления о составлении материального баланса	4
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> формирование представлений роли термодинамики в химической технологии	Решение задач. Направление, предел протекания, равновесные степени превращения.	6

<b>Модуль 3</b> Цель: формирование представлений об идеальных моделях реакторов	Решение задач. Модели идеальных реакторов. Каскад реакторов. Критерии подобия: кинетические, диффузионные, гидродинамические, тепловые.	12
<b>Модуль 4</b> Цель: принципы разделения веществ в химической технологии.	Решение задач. Разделение и очистка реакционных смесей. Ректификация. Кристаллизация. Абсорбция. Адсорбция. Экстракция жидкость-жидкость.	8
<b>Модуль 5</b> Цель: формирование целостных представлений о химическом производстве	Решение задач. Технологическая и функциональная схема производства. Материальный и энергетический баланс. Энергетическая эффективность ХТС. Элементарный расчёт узла.	6
<b>Модуль 6</b> Цель: формирование представлений о подготовке сырья и вспомогательных веществ на производстве	Решение задач. Подготовка и обогащение сырья. Промышленная водоподготовка.	4
<b>Модуль 7</b> Цель: формирование целостного представления о производстве	Решение задач связанных с реальными производствами неорганических и органических веществ.	20

## **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 изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, подготовке курсовой работы, доклада и презентации; подготовке к экзаменам.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания на практические занятия. Студенты выполняют задания в часы СРС в течение семестра в соответствии с освоением учебных разделов. Защита выполненных заданий производится поэтапно в часы практических занятий. Оценивание осуществляется путем устного опроса проводится по содержанию и качеству выполненного задания.

После вводных лекций в шестом семестре студентам выдаются темы курсовой работы, определяется порядок подготовки доклада и презентации для его защиты

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

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 р. 01 к. - (ID=100985-9)

2. 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. Харлампиدي. - 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)

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 р. - (ID=76281-15)

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Кузнецова, И.М. Общая химическая технология: материальный баланс химико-технологического процесса : учебное пособие для вузов по напр. "Хим. технология и биотехнология" и хим.-технол. напр. подготовки дипломир. спец. : в составе учебно-методического комплекса / И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиди, Н.Н. Батыршин. - М. : Логос, 2007. - 263 с. - (Новая студенческая библиотека) (УМК-У). - Библиогр. : с. 263. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98704-175-9 : 121 р. - (ID=63532-19)

2. 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 р. 50 к. - (ID=17396-27)

3. 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). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 5-9532-0088-9 : 228 p. - (ID=14950-9)

4. Химические реакторы : учебное пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; составители: В.Ю. Долуда, А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Л.Ж. Никошвили, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 159 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1061-9 : 402 p. - (ID=135604-72)

5. Химические реакторы : учебное пособие / Тверской гос. техн. ун-т ; составители: В.Ю. Долуда, А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Л.Ж. Никошвили, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 159 с. : ил. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-1061-9 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/135454> . - (ID=135454-1)

6. Кутепов, А.М.Общая химическая технология : учебник для вузов по спец. хим.-технол. профиля : 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=15549-32)

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" / А.М. Гумеров. - 2-е изд. ; перераб. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - 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)

8. Химическая технология неорганических веществ : в 2 кн. : учеб. пособие для студентов вузов. Т. 1 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. - Москва : Высшая школа, 2002. - 688 с. : ил. - Библиогр. : с. 686. - ISBN 5-06-004244-8 (Кн. 1) : 178 p. 50 к. - (ID=16301-6)

9. Химическая технология неорганических веществ : в 2 кн. : учеб. пособие для студентов вузов. Т. 2 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. - Москва : Высшая школа, 2002. - 533 с. : ил. - Библиогр. : с. 529 - 530. - ISBN 5-06-004333-9 (Кн. 2) : 178 p. 50 к. - (ID=16302-6)

10. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие для вузов обучающихся по напр. и спец. в области хим. технологии : в составе учебно-методического комплекса / В.А. Аверьянов [и др.]; под общ. ред. В.С. Бескова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 278 с. - (Учебник для высшей школы) (УМК-П). - Библиогр. : с. 279. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9963-0109-6 : 230 p. - (ID=82196-25)

11. Павлов, К.Ф.Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учеб. пособие для вузов / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков; под ред. П.Г. Романкова. - 13-е изд. ; стер. - Москва :Альянс, 2006. - 575 с. : ил. - Библиогр. : с. 502 - 509. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-98535-020-7 : 447 p. 50 к. - (ID=60290-20)

12. Игнатенков, В.И.Примеры и задачи по общей химической технологии : учеб. пособие для вузов по хим.-технолог. напр. подготовки

бакалавров и дипломирован. спец. : в составе учебно-методического комплекса / В.И. Игнатенков, В.С. Бесков. - Москва : Академкнига, 2005. - 198 с. - (Учебное пособие для вузов). - Список лит.: с. 195. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94628-130-5 : 133 p. - (ID=22623-20)

### 7.3. Методические материалы

1. Быков, А.В. Химическая технология : лабораторный практикум по химической технологии для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 18.03.01 Химическая технология и специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия / А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Г.Н. Демиденко; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 31 с. - Текст : непосредственный. - 44 p. - (ID=130967-95)

2. Вопросы для проведения зачета по дисциплине федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94783> . - (ID=94783-1)

3. Задачи по курсу "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-П). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94781> . - (ID=94781-1)

4. Курсовые работы по дисциплине федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : примерная тематика : в составе учебно-методического комплекса / сост. А.В. Быков ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ. - Тверь : ТвГТУ , 2012. - (УМК-КП). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94782> . - (ID=94782-1)

5. Лабораторные занятия по дисциплине федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/90809> . - (ID=90809-1)

6. Расширенное описание лекционного курса дисциплины федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов



специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/90808> . - (ID=90808-1)

7. Расширенное описание лекционного курса дисциплины федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/90808> . - (ID=90808-1)

8. Рейтинг-план дисциплины «Химическая технология» по направлению подготовки 020100 Химия, профиль подготовки «Медицинская и фармацевтическая химия», курс 3, семестр 5, 6 : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ;разраб. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - (УМК-ПЛ). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/103476> . - (ID=103476-1)

9. Химическая технология : лабораторный практикум по хим. технологии по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 18.03.01 Хим. технология и спец. 04.05.01 Фундамент. и прикл. химия / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: А.В. Быков, М.Е. Григорьев, Г.Н. Демиденко. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/129990>. - (ID=129990-1)

10. Химическая технология : лабораторный практикум по хим. технологии по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 18.03.01 Хим. технология и спец. 04.05.01 Фундамент. и прикл. химия / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: М.Е. Григорьев, А.В. Быков, Г.Н. Демиденко. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112540> . - (ID=112540-1)

11. Химическая технология : лабораторный практикум по хим. технологии для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 04.03.01 Химия, 8.03.01 Хим. технология и спец. 04.05.01 Фундамент. и прикл. химия / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: М.Е. Григорьев, А.В. Быков, Г.Н. Демиденко. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 31 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 24 р. - (ID=113478-95)

12. Химическая технология : метод. указ. к курсовой работе по курсу "Хим. технология" для студентов напр. 020100 Химия и спец. 020101 Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост.: А.В. Быков, Э.М. Сульман. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - (УМК-М). - CD. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/77935> . - (ID=77935-1)



13. Экзаменационные вопросы по дисциплине федерального компонента цикла ОПД "Химическая технология" для студентов специальности 020101 – Химия, дисциплины федерального компонента цикла ДН(М) "Химическая технология" направления подготовки бакалавров 020100.62 - Химия : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. БТиХ ; сост. А.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/94784> . - (ID=94784-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 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. ЭК ТвГТУ: <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/124753>

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины «Химическая технология» используются современные средства обучения, возможна демонстрация лекционного материала с помощью проектора. 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 практикуму используется специально оборудованная учебная лаборатория. В таблице 5 представлен рекомендуемый перечень материально-технического обеспечения лабораторного практикума по дисциплине.

Таблица 5. Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Рекомендуемое материально-техническое обеспечение дисциплины
<b>Лабораторные установки и стенды</b>	
1	установка "Реактор идеального смешения"
2	установка "Реактор идеального вытеснения"
<b>Лабораторное оборудование</b>	
1	Фотоэлектроколориметр КФК-2-УХЛ 4.2
2	рН-метр Анион 4100
3	Весы технические
4	Весы аналитические
5	Шкаф суховоздушный
6	Шкаф муфельный
7	Водяная баня
8	Трансформатор (ЛАТР)
9	Электроплитки
10	Стандартные наборы химических реактивов
11	Стандартные наборы химической стеклянной посуды
12	Стандартные наборы мерной стеклянной посуды
13	Стандартные наборы фарфоровой посуды

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения 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 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

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

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

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

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

##### **5 семестр:**

1. Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Промышленность органических веществ.

2. Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Промышленность неорганических веществ.

3. Современные тенденции развития химической технологии.

4. Основные группы процессов в химической технологии. Элементы ХТС.

5. Химико-технологический процесс и его составляющие.

6. Критерии эффективности ХТП.

7. Экономическая эффективность производства.

8. Классификация химических реакций в зависимости от фазового состава, механизма осуществления, тепловому эффекту, применению катализатора и обратимости.

9. Влияние факторов на скорость на скорость химических процессов на микроуровне.

10. Линия оптимальных температур в равновесных процессах и способ ведения процесса.

11. Химическое равновесие и способы управления химическим равновесием в ХТП.

12. Виды констант равновесия и их математическая взаимосвязь.

13. Факторы, определяющие скорость гомогенных и гетерогенных процессов.

14. Движущая сила процесса.

15. Влияние температуры, давления, обновления поверхности контакта на течение процесса.

16. Технологические приемы ускорения и замедления реакций.

17. Составление и анализ кинетических моделей реакционных процессов, проверка адекватности.

18. Моделирование как основной метод расчета ХТП. Виды моделирования. Критерии подобия.

19. Классификация химических реакторов и режимов их работы.

20. Стационарные и нестационарные процессы.

21. Материальный баланс и кинетическая модель реактора идеального вытеснения.

22. Материальный баланс и кинетическая модель реактора идеального смешения, работающего в периодическом режиме.

23. Материальный баланс и кинетическая модель реактора идеального смешения, работающего в проточном режиме.

24. Каскад реакторов идеального смешения.

25. Сравнение эффективности реакторов с различными гидродинамическими режимами.

26. Причины отклонений процессов в реальных реакторах от описания этих процессов идеальными моделями.

27. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков.

28. Основные закономерности протекания гетерогенных химико-технологических процессов во внешнедиффузионной, внутридиффузионной и кинетической областях.

29. Гетерогенно- каталитические процессы и технологические характеристики катализаторов.

30. Основные стадии и кинетические особенности гетерогенно-каталитических процессов.

31. Влияние диффузионных торможений на селективность процесса. Квазимогенная модель.

32. Модель частицы с непрореагировавшим ядром при внешнедиффузионном и внутридиффузионном торможении.

33. Ректификация. Ректификационная колонна и узел ректификации.

34. Ректификация. Виды тарелок и насадок.

35. Ректификация. Элементы расчета ректификации.

36. Технология экстрактивной и азеотропной ректификации.

37. Абсорбция. Технология абсорбции.

38. Экстракция жидкость-жидкость. Материальный баланс.

Экстрагенты.

39. Технология непрерывной экстракции.

40. Хемосорбция. Технология хемосорбции. Устройство узла.

41. Адсорбция. Технология адсорбции. Устройство узла.

42. Кристаллизация. Устройство аппаратов. Материальный баланс.

**6 семестр:**

1. Структурная иерархия ХТС

2. Аппараты и потоки в схемах химическом производств.

3. Классификация моделей ХТС.

4. Типы технологических связей.

5. Общие подходы к синтезу ХТС.

6. Общие подходы к анализу ХТС.

7. Энергетическая эффективность ХТС. Тепловой КПД.

8. Энергетическая эффективность ХТС. КПД полной энергии.

9. Энергетическая эффективность ХТС. Эксергетический КПД.

10. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов.

11. Принципы обогащения сырья.
12. Промышленная водоподготовка. Химические методы очистки воды.
13. Промышленная водоподготовка. Физико-химические методы очистки воды.
14. Промышленная водоподготовка. Механические методы очистки воды.
15. Промышленная водоподготовка. Биологические методы очистки воды.
16. Промышленная водоподготовка. Обессоливание воды.
17. Энергетические ресурсы химической промышленности.
18. Источники промышленного загрязнения биосферы: эксплуатационные и аварийные.
19. Очистка отходящих газов.
20. Очистка сточных вод химических производств.
21. Утилизация твердых отходов.
22. Технология производства аммиака.
23. Технология производства азотной кислоты.
24. Технология производства серной кислоты.
25. Технология производства фосфорной кислоты.
26. Технология переработки нефти и газа. Ректификация нефти.
27. Технология переработки нефти и газа. Пиролиз.
28. Технология переработки нефти и газа. Крекинг.
29. Технология переработки нефти и газа. Риформинг.
30. Технология производства этилбензола и диэтилбензола.
31. Технология производства стирола.
32. Технология производства полистирола.
33. Технология производства полиэтилена.
34. Технология производства полипропилена.
35. Технология производства метанола.
36. Технология производства этиленоксида.
37. Технология производства фенола и ацетона кумольным способом.
38. Технология производства 1,2-дихлорэтана.
39. Технология производства винилхлорида.
40. Технология производства капролактама.

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. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или 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 взрывчатых веществ.
- 4) Производство моющих средств.
- 5) Производство аммиачной воды (аммиака).
- 6) Производство аммиачной селитры.
- 7) Производство фосфорных удобрений.
- 8) Переработка нефтепродуктов крекингом.
- 9) Пиролиз в нефтепереработке.
- 10) Производство бумаги.
- 11) Производство автомобильного стекла.
- 12) Производство аскорбиновой кислоты.
- 13) Производство витамина А.
- 14) Производство витаминов группы В.
- 15) Производство витамина Е.
- 16) Производство ацетилена.
- 17) Производство этилена.
- 18) производство толуола.
- 19) Производство стирола.
- 20) Производство полистирола.
- 21) Производство фенола.
- 22) Производство полиэтилена.
- 23) Производство полиэтилентерефталата.
- 24) Производство тефлона.
- 25) Производство изопрена.
- 26) Производство органических красителей.
- 27) Производство соляной кислоты.
- 28) Производство полимерных материалов.
- 29) Использование реакторов смешения.
- 30) Производство азотной кислоты.
- 31) Получение искусственных волокон.
- 32) Производство вискозы.

- 33) Производство дивинилбензола.
- 34) Производство формальдегида.
- 35) Производство лавсана.
- 36) Очистка сточных вод.
- 37) Промышленная водоподготовка.
- 38) Использование каталитических систем в производстве кислот.
- 39) Процесс экстрактивной ректификации в нефтехимии.
- 40) Процесс азеотропной ректификации в нефтехимии.
- 41) Каталитический крекинг в нефтехимии.
- 42) Пиролиз в нефтехимии.
- 43) Очистка в нефтехимии. Абсорбция.
- 44) Очистка в нефтехимии. Хемосорбция.
- 45) Каталитическое гидрирование ацетиленов.
- 46) Каталитическое гидрирование в химической технологии.
- 47) Каталитическое окисление в химической технологии.
- 48) Гетерогенные катализаторы процессов окисления.
- 49) Гетерогенные катализаторы процессов гидрирования.
- 50) Гомогенные металлоорганические катализаторы в химической технологии.
- 51) Асимметрический синтез в химической технологии.
- 52) Тонкопленочные реакторы в химической технологии.
- 53) Производство синтетических каучуков.
- 54) Производство акриловых красителей.
- 55) Производство противопожарных лаков.
- 56) Производство моторных масел.
- 57) Производство нематических жидких кристаллов.
- 58) Производство смектических жидких кристаллов.
- 59) Производство стекла.
- 60) Синтетические люминофоры.
- 61) Производство фенолформальдегидных смол.
- 62) Гальванопластика в химической технологии.
- 63) Гальваностегия в химической технологии.
- 64) Производство метанола из синтез-газа.
- 65) Производство формальдегида из метанола.
- 66) Производство шампуней.
- 67) Реакции алкилирования и пералкилирования в химической технологии.
- 68) Технология концентрирования редкоземельных элементов.
- 69) Технология производства алюминия.
- 70) Технология производств никеля.

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 итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 6. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале 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. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- студенты выбирают тему для курсовой работы самостоятельно из предложенного списка и согласовывают свой выбор с преподавателем в течение двух первых недель обучения;

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

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



- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;
- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

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

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

#### **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 подготовки бакалавров 04.03.01 Химия  
Профиль – Медицинская и фармацевтическая химия  
Кафедра Биотехнологии и химии  
Дисциплина «Химическая технология»  
Семестр 5

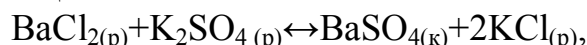
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:  
Материальный баланс и кинетическая модель реактора идеального смешения, работающего в периодическом режиме.

2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Найдите среднее время пребывания реагентов в реакторе идеального вытеснения, необходимое для достижения степени превращения субстрата А равной 60% при проведении реакции

$$2A \rightarrow R,$$
если  $C_{A,0} = 0,3$  кмоль/м<sup>3</sup>;  $k = 2,5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/(кмоль·с).

3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Составьте теоретический материальный баланс для получения 1т сульфата бария по реакции



если на производстве используются водные растворы хлорида бария и сульфата калия с массовыми долями солей 10%. Исходный хлорид бария содержит 2% инертных растворимых в воде примесей. Исходный сульфат калия содержит в качестве примеси 1% сульфата натрия. Растворимостью сульфата бария пренебречь.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

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

Составитель: доц. кафедры БХС

А.В. Быков

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сильман

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

Направление подготовки бакалавров 04.03.01 Химия  
Профиль – Медицинская и фармацевтическая химия  
Кафедра Биотехнологии, химии и стандартизации  
Дисциплина «Химическая технология»  
Семестр 6

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Задание для проверки уровня «знать» – или 0, или 1, или 2 балла:  
Энергетическая эффективность ХТС. КПД полной энергии.
2. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Предложите и обоснуйте выбор очистки воды от фенола, содержание которого в воде составляет 0,05 моль/л.
3. Задание для проверки уровня «уметь» – или 0, или 2 балла:  
Пользуясь технологической схемой опишите технологию производства этиленоксида.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

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

Составитель: доц. кафедры БХС

А.В. Быков

Заведующий кафедрой БХС

М.Г. Сульман