

Министерство образования и науки Пермского края  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Соликамский горно-химический техникум»  
(ГБПОУ «СГХТ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОП.09 Теоретические основы химической технологии**

программы подготовки специалистов среднего звена  
специальности 18.02.14 Химическая технология производства химических  
соединений

Соликамск, 2023

ОДОБРЕНА:

на заседании

предметно-цикловой комиссии

УГС 18.00.00, 22.00.00 27.00.00

наименование ПЦК

Протокол № 5

от «14» декабря 2023 г.

Председатель ПЦК УГС 18.00.00, 22.00.00

27.00.00

 И.И. Елькина  
Подпись Ф.И.О.

УТВЕРЖДЕНА:

заместитель директора

 И.П. Патрушева  
Подпись Ф.И.О.

«18» декабря 2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.09 Теоретические основы химической технологии разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений, утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 861 от 15 ноября 2023г.

**Организация-разработчик:** Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Соликамский горно-химический техникум» (ГБПОУ «СГХТ»)

**Разработчик:** Королева Наталия Владимировна, преподаватель ГБПОУ «СГХТ», высшая категория.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	стр. 4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	12
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	13
5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ	18

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## ОП.09 Теоретические основы химической технологии

### 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.09 Теоретические основы химической технологии является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 18.02.14 Химическая технология производства химических соединений.

Рабочая программа учебной дисциплины ОП.09 Теоретические основы химической технологии может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) и профессиональной подготовке по профессии 13321 «Лаборант химического анализа», 10994 «Аппаратчик сушки».

**1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:** дисциплина ОП.09 Теоретические основы химической технологии относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального цикла.

### 1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины:

*Базовая часть:*

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- У1. выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств;
- У2. определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов;
- У3. составлять и делать описание технологических схем химических процессов;
- У4. обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- З1. теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов;
- З2. основные положения теории химического строения веществ;
- З3. основные понятия и законы физической химии и химической термодинамики;
- З4. основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства;
- З5. основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания;
- З6. технологические схемы основных химических производств и их аппаратное оформление.

Результатом освоения учебной дисциплины является формирование **общих компетенций**, включающих в себя способность:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного

контекста.

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства.

**и профессиональных компетенций**, относящихся к ВПД

*Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования производств химических веществ.*

ПК 1.2. Поддерживать бесперебойную работу оборудования, технологических линий, коммуникаций.

ПК 1.3. Эксплуатировать оборудование при ведении технологического процесса с соблюдением правил техники безопасности.

*Контроль качества сырья, материалов и готовой продукции при производстве химических веществ.*

ПК 2.3. Выявлять и анализировать причины возникновения технологического брака продукции.

ПК 2.4. Разрабатывать предложения и организовывать проведение мероприятий по предупреждению технологического брака продукции.

*Ведение технологических процессов производства неорганических веществ.*

ПК 4.1. Получать продукты производства неорганических веществ заданного количества и качества.

ПК 4.2. Регулировать параметры технологических процессов в соответствии с технологической картой.

ПК 4.3. Выполнять требования охраны труда и безопасности на производстве.

ПК 4.4. Рассчитывать технико-экономические показатели технологического процесса производства неорганических веществ.

#### **1.4. Количество часов на освоение рабочей программы учебной дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 140 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 114 часа; самостоятельной работы обучающегося 14 часов; консультации 6 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>140</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>114</b>
в том числе:	
лабораторные работы	<i>не предусмотрен о</i>
практические занятия	36
контрольные работы	
курсовая работа (проект)	<i>не предусмотрен о</i>
консультации	6
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>14</b>
в том числе:	
самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)	<i>не предусмотрен о</i>
<i>Работа с литературой Решение типовых задач по заданию Составление конспекта по теме Составление схем аппаратов Подготовка сообщений по теме</i>	
<b>Итоговая аттестация в форме экзамена</b>	

## 2.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.09 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>Введение</b>	Предмет теоретические основы химической технологии. Основные направления развития химической техники и технологии	2	1
	<b>Самостоятельная работа</b>		
	Повторение основных положений теории химического строения вещества	2	
<b>Раздел 1. Понятие и структура химико-технологических процессов</b>			
<b>Тема 1.1 Основные показатели химико-технологического процесса</b>	<b>Содержание</b>		
	Понятие, структура, классификация, основные показатели химико-технологического процесса (ХТП). Стадии ХТП. Расходные коэффициенты, скорость, степень превращения, выход продукта, избирательность ХТП. Факторы, обеспечивающие выход целевого продукта. Технологическая схема. Классификация технологических схем, продуктов и отходов ХТП	6	2
	<b>Практические работы</b>	8	2
	1. Определение расходных коэффициентов ХТП		
	2. Определение основных технологических критериев ХТП (выхода, степени превращения)		
	<b>Самостоятельная работа</b>	4	
	Решение типовых задач. Расчеты технологических показателей ХТП по заданиям.		
<b>Тема 1.2 Расчеты термодинамических характеристик ХТП</b>	<b>Содержание</b>	6	2
	Равновесие в ХТП. Закон действующих масс. Константа равновесия и энергия Гиббса. Уравнение Вант-Гоффа. Способы смещения равновесия. Скорость ХТП. Классификация химических реакций. Зависимость скорости реакции от температуры, концентрации реагентов. Общие особенности гетерогенных процессов.		

	<b>Практические работы</b>	8	2
	1. Расчет энергии Гиббса, как критерия движущей силы ХТП 2. Расчет констант химического равновесия, скорости, определение смещения равновесия ХТП 3. Изучение зависимости скорости реакции от температуры и концентрации реагирующих веществ		
	<b>Самостоятельная работа</b>	4	
	Решение типовых задач. Определение возможности самопроизвольного течения ХТП при заданных условиях по заданиям.		
<b>Тема 1.3 Теоретические основы составления балансов химико-технологических процессов</b>	<b>Содержание</b>	6	2
	Классификация химико-технологических систем (ХТС). Законы сохранения в закрытой системе. Законы сохранения в открытых (поточных) системах. Периодические и непрерывные процессы. Достоинства и недостатки. Общие принципы составления материальных и тепловых балансов		
	<b>Практические работы</b>	6	
	Расчеты материального и теплового балансов ХТП		
	<b>Самостоятельная работа</b>	6	
	Расчеты материальных и энергетических балансов потоков ХТП по заданию.		
<b>Тема 1.4 Катализ в химической технологии</b>	<b>Содержание</b>	6	1
	Определение катализа. Механизм действия катализатора, их характеристики. Гомогенный и гетерогенный катализ. Влияние различных факторов на скорость гетерогенного катализа.		
	<b>Практические работы</b> 1. Изучение технологии процесса регенерации катализаторов	2	
	<b>Самостоятельная работа</b>	4	
	Работа с литературой. Составление конспекта на тему: Применение катализа в промышленности для получения основных продуктов неорганического синтеза. Основные требования предъявляемые к промышленным катализаторам		
<b>Тема 1.5 Химические реакторы</b>	<b>Содержание</b>	10	2
	Классификация химических реакторов. Основные показатели работы реакторов. Классификация реакторов по характеру смешения, вытеснения веществ участвующих в процессе. Классификация по условиям теплообмена, фазовому составу реакционной смеси, по способу организации процесса, по характеру изменения		



	<p>параметров процесса. Реакторы непрерывного действия. Реакторы идеального смешения, идеального вытеснения. Сравнение эффективности поточных реакторов ИС и ИВ. Реальные химические реакторы. Каскад реакторов идеального вытеснения и идеального смешения непрерывного действия. Элементы технологического расчета реакторов. Типовые конструкции химических реакторов.</p>		
	<b>Практические работы</b>	2	2
	<p>Моделирование и изображение реакторов с указанием направления движения материальных и тепловых потоков по краткому описанию. Выбор реактора для конкретного ХТП, обоснование выбора.</p>		
	<b>Самостоятельная работа</b>		
	<p>Описание работы реактора по технологической схеме, с указанием направления движения материальных и тепловых потоков.</p>		
	<b>Контрольная работа</b>	2	
<b>Раздел 2Химико-технологические системы (ХТС)</b>			
<b>Тема 2.1Общие сведения о ХТС</b>	<b>Содержание</b>	8	1
	<p>Общие требования к ХТС. Химическое предприятие как сложная система. Классификация моделей ХТС: операционно-описательные, иконографические. Схемы ХТС: функциональная, структурная, операторная, технологическая. Типы технологических связей элементов ХТС, их название и характеристика: последовательная, последовательно- обводная (байпасная), обратная (рецикл), перекрестная. Основные концепции при построении ХТС: глубокая переработка сырья, полное использование сырьевых ресурсов, минимизация отходов производства, оптимальное использование аппаратуры.</p>		
	<b>Практическое занятие</b> Составление схем ХТС	4	
	<b>Самостоятельная работа</b>		
	Подготовка сообщение на тему: Современные энергосберегающие технологии.		

<b>Тема 2.2 Сырьевая и энергетическая подсистема ХТС</b>	<b>Содержание</b>	<i>8</i>	<i>1</i>
	Сырьевые источники химического производства. Характеристика и классификация сырья по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе. Использование отходов производства как вторичных материальных ресурсов. Подготовка сырья в химико-технологическом процессе: сортировка, измельчение, агломерация, обогащение, очистка. Вода и воздух как сырье в химической промышленности. Потребление энергии и энергосбережение в химическом производстве. Рациональное использование энергии. Вторичные энергоресурсы. Классификация промышленных загрязнений. Источники загрязнений, очистка сточных вод.		
	<b>Самостоятельная работа</b>		
	Работа с литературой. Подготовка сообщений на тему: использование вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).		
	<b>Консультации</b>	<i>6</i>	
	<b>Всего:</b>	<i>140</i>	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует организовано в учебном кабинете «Процессы и аппараты»

##### Оборудование учебного кабинета:

##### 1.Оснащение:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-методических пособий по дисциплине;
- справочные материалы;
- раздаточный материал;
- наглядные пособия:

##### 2. Средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением и мультимедиапроектор.

#### 3.2 Информационное обеспечение обучения

##### **Основные источники:**

1. Москвичёв М.Г. и др. Теоретические основы химической технологии. М. Академия, 2019.
2. Сороко В.Е. и др. Основы химической технологии. Л. Химия, 2019.
3. Ахметов Б.В. и др. Физическая и коллоидная химия. Л. Химия, 2019.
4. Ахметов Б.В. и др. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии. Л. Химия, 2019
5. Мухлёнов В.П. Расчёты химико-технологических процессов. Л. Химия, 2016
6. Под ред. Равделя А.А. Краткий справочник физико-химических величин. Л. Химия, 2019.
7. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. - М.: Высшая школа, 2019.- 520 с.

##### **Дополнительные источники:**

1. Арис Р. Анализ процессов в химических реакторах. - Л.: Химия, 2019.
2. Грошов Б.В. и др. Безотходные промышленные производства. Основные принципы безотходных производств. - М.: ВИНТИ. Итоги науки и техники, серия «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов», т.9, 2019.
3. Расчеты по технологии неорганических веществ / Под ред. М.Е. Позина. – Л.: Химия, 2019.
4. Сафронов В.С., Богомолова Р.Я., Финаева Н.В. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности. – Куйбышев: Изд. КПТИ им. В.В. Куйбышева, 2019.

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Контроль и оценка** результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований и самостоятельной работы.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
1	2
<b>Уметь:</b>	
- выполнять материальные и энергетические расчеты технологических показателей химических производств;  - определять оптимальные условия проведения химико-технологических процессов;	Выполнение практических работ, самостоятельной работы, тестовый контроль, проверка выполнения самостоятельной работы.
- составлять и делать описание технологических схем химических процессов;  - обосновывать целесообразность выбранной технологической схемы и конструкции оборудования;	Выполнение практических работ, тестовых заданий, самостоятельной работы обучающихся
<b>Знать:</b>	
- теоретические основы физических, физико-химических и химических процессов;  - основные положения теории химического строения веществ;	Устный опрос, тестовый контроль, выполнение практических заданий, оценка индивидуальной самостоятельной работы, контрольная работа
- основные понятия и законы физической химии и химической термодинамики;  - основные типы, конструктивные особенности и принцип работы технологического оборудования производства;	Устный опрос, тестовый контроль, выполнение практических заданий, выполнение индивидуальной самостоятельной работы
- основы теплотехники, теплопередачи, выпаривания;  - технологические системы основных химических производств и их аппаратное оформление	Устный опрос, тестовый контроль, выполнение практических заданий, выполнение индивидуальной самостоятельной работы, контрольная работа.

<b>Результаты (освоенные общие компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	<ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрация понимания сущности и социальной значимости своей будущей профессии;</li> <li>- демонстрация устойчивого интереса к будущей профессии.</li> </ul>	<p>Результаты наблюдений за обучающимися</p> <p>(участие в конкурсах олимпиадах, конференциях)</p>
ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умение формулировать цель и задачи предстоящей деятельности;</li> <li>- умение представить конечный результат деятельности в полном объеме;</li> <li>- умение планировать предстоящую деятельность;</li> <li>- умение выбирать типовые методы и способы выполнения плана;</li> <li>- умение проводить рефлексию.</li> </ul>	<p>Результаты наблюдений за обучающимися, экспертная оценка сформированности компетенций в ходе практической работы</p>
ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умение определять проблему в профессионально ориентированных ситуациях;</li> <li>- умение предлагать способы и варианты решения проблемы, оценивать ожидаемый результат;</li> </ul>	<p>Результаты наблюдений за обучающимися</p>
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрация навыков использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности</li> </ul>	<p>Участие в конкурсах, конференциях с использованием ИКТ</p>
ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умение грамотно ставить и задавать вопросы;</li> <li>- способность координировать</li> </ul>	<p>Результаты наблюдений за обучающимися, самооценка</p>

команде	свои действия с другими участниками общения; - способность контролировать свое поведение, свои эмоции, настроение; - умение воздействовать на партнера общения.	индивидуальных и групповых результатов
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	- умение осознанно ставить цели овладения различными видами работ и определять соответствующий конечный продукт; _ умение реализовывать поставленные цели в деятельности; - умение представить конечный результат деятельности в полном объеме	Результаты наблюдений за обучающимися
ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.	- демонстрация стремления к самопознанию, самооценке и саморазвитию; - умение осуществлять самооценку, самоконтроль через наблюдение за собственной деятельностью; - умение реализовывать поставленные цели в деятельности; - понимание роли повышения квалификации для саморазвития и самореализации в профессиональной и личной сфере	Результаты наблюдений за обучающимися;  Участие в семинарах, диспутах, анализ достижений с целью выявления зоны ближайшего развития студента.
	- проявление интереса к инновациям в области профессиональной деятельности; - понимание роли модернизации технологий профессиональной деятельности; - умение ориентироваться в информационном поле профессиональных технологий.	Результаты наблюдений за обучающимися;  Участие в конференциях, семинарах по производственной тематике

<b>Результаты (освоенные профессиональные компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
ПК 1.2. Поддерживать бесперебойную работу оборудования, технологических линий, коммуникаций.	Умение контролировать эффективность работы оборудования, поддерживать оптимальные условия протекания технологического процесса	Анализ результатов практической, самостоятельной работы, тестирование
ПК 1.3. Эксплуатировать оборудование при ведении технологического процесса с соблюдением правил техники безопасности.	Умение анализировать причины отклонения от режима технологического процесса и принимать меры по их устранению.	Оценка способностей к анализу, контролю и принятию решений в ходе практической самостоятельной работы. Анализ результатов контрольной работы, тестирование.
ПК 4.2. Регулировать параметры технологических процессов в соответствии с технологической картой.	Грамотное чтение технологических схем Владение теоретическими основами протекания технологических процессов	Оценка выполнения практической, самостоятельной работы. Тестирование
ПК 4.4. Рассчитывать технико-экономические показатели технологического процесса производства неорганических веществ.	Демонстрация знаний конструктивных особенностей и принципов работы технологического оборудования	Текущий контроль в форме устного опроса, контрольных и тестовых заданий.

**5. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ**

<p>№ изменения, дата внесения изменения; № страницы с изменением;</p>	
<p>БЫЛО</p>	<p>СТАЛО</p>
<p>Основание:</p> <p>Подпись лица внесшего изменения</p>	



- основная литература:

- 1) Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. - М.: Высшая школа, 2003.- 520 с.
- 2) В.С. Бесков. Общая химическая технология.-М.: Академкнига,2005.-452с.
- 3) Москвичев Ю.А. Теоретические основы химической технологии: учеб. пособие для студ. сред. проф. учеб. завед.- М.:Издат.центр «Академия», 2016.-272с
- 4) Общая химическая технология/ Под ред. А.Г. Амелина.-М.: Химия, 1977. – 400с.
- 5) Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И.П. Мухленова– Л.: Химия, 1982. – 247с.
- 6) Игнатенков В.И. Теоретические основы химической технологии: учебное пособие, 2-е издание, М: издательство Юрайт 2020, 195 с.
- 7) Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие/ (Ю.Б. Швалев и др.); под редакцией В.С.Бескова.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.- 279с.: ил.-(Учебник для высшей школы).

- дополнительная литература:

- 8) Арис Р. Анализ процессов в химических реакторах. - Л.: Химия, 1967.
- 9) Михаил Р., Кырлочану К. Реакторы в химической промышленности. – Л.: Химия, 1968.
- 10) Грошов Б.В. и др. Безотходные промышленные производства. Основные принципы безотходных производств. - М.: ВИНТИ. Итоги науки и техники, серия «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов», т.9, 1982.
- 11) Бесков С.Д. Технологические расчеты. – М.: Высшая школа, 1966.
- 12) Расчеты по технологии неорганических веществ / Под ред. М.Е. Позина. – Л.: Химия, 1977.
- 13) Лебедев Н.Г. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. - М.: Химия, 1981.
- 14) Андреев Ф.А. Технология связанного азота. – М.: Химия. 1974.
- 15) Сафронов В.С., Богомолова Р.Я., Финаева Н.В. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности. – Куйбышев: Изд. КПТИ им. В.В. Куйбышева, 1981.
- 16) Амелин А.Г. Производство серной кислоты. – М.: Химия, 1971. – 326с.
- 17) Мухленов И.П., Тамбовцев В.Д., Горштейн А.Е. Основы химической технологии. – М.: Высшая школа, 1968. – 594с.