

УТВЕРЖДАЮ
Директор ФТИ
О.Ю. Долматов
«___» _____ 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ**

на 2015/2016 уч. год

Специальность: **18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Специализация: **Химическая технология материалов ЯТЦ**

Квалификация (степень): **инженер**

Базовый учебный план приема: **2013 г.**

Курс **3** семестр **5**

Количество кредитов **3**

Код дисциплины: **СЗ.Б8**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	24
Самостоятельная работа, ч	30
ИТОГО, ч	54

Вид промежуточной аттестации : **зачет**

Обеспечивающее подразделение: **каф.ОХТ ИПР ТПУ**

Заведующий кафедрой _____

В.В. Тихонов

Руководитель ООП _____

Л.А. Леонова

Преподаватель _____

Ю.Б. Швалев

1. Цели освоения дисциплины

Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

Код цели	Цели ООП	Цели освоения дисциплины «Химические реакторы»
Ц1	Подготовка выпускников к <i>производственно-технологической</i> деятельности в специальной и междисциплинарных областях, связанной с эксплуатацией и модернизацией существующих, внедрением новых наукоемких технологий материалов современной энергетики, к активному участию в инновационной деятельности предприятия или организации.	Формирование способности понимать общие закономерности химико-технологических процессов и использовать основные законы химии в комплексной производственно-технологической деятельности.
Ц2	Подготовка выпускников к <i>научным исследованиям</i> для решения задач, связанных с получением, изучением свойств веществ.	Формирование способности выполнять расчеты основных характеристик химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.
Ц5	Подготовка выпускников к поиску и получению новой информации, необходимой для решения инженерных и научных задач в области технологии материалов современной энергетики, интеграции знаний применительно к своей области деятельности, к самообучению и постоянному профессиональному самосовершенствованию.	Формирование навыков поиска научной информации в области химии редких элементов и их синтеза, способности к использованию информационных ресурсов (учебная, научная литература, интернет-ресурсы).

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС и ООП «Химическая технология» дисциплина «Химические реакторы» является базовой дисциплиной и относится к профессиональному циклу.

До освоения дисциплины «Химические реакторы» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины
С2.Б5	Органическая химия
С2.Б7	Аналитическая химия
С2.Б9.1	Физическая химия

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Химические реакторы».

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:

Знать:

- принципы классификации и номенклатуру органических соединений; строение органических соединений; классификацию органических реакций; свойства основных классов органических соединений; основные методы синтеза органических соединений;
- основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа - электрохимических, спектральных, хроматографических; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа;
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;
- уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа;

Уметь:

- синтезировать органические соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения с использованием химических и физико-химических методов анализа;
- выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений;
- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
- определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;
- определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.

Владеть:

- экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений;

- методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;
- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема, констант равновесия химических реакций при заданной температуре, давления насыщенного пара над индивидуальным веществом;
- методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

Этот необходимый минимум знаний определяется при проведении «входного» контроля на первом занятии. По итогам «входного» контроля обучающемуся даются рекомендации по восполнению утраченных знаний в форме самостоятельной работы или с помощью преподавателя.

Содержание разделов дисциплины «Химические реакторы» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (коррективы):

- С3.Б6 «Процессы и аппараты химической технологии»;
- С3.Б3 «Общая химическая технология».

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 ОК-1, ПК-4, ПК-6	З1.1	Основы теории процесса в химическом реакторе; методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях.	У.1.1	Произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса.	В.1.1	Методами расчета и анализа процессов в химических реакторах.
Р3 ПК-7, ПК-8	З.3.1	Методику выбора реактора и расчета процесса в нем.	У.3.1	Определить параметры наилучшей органи-	В.3.1	Методами выбора химических реакторов.

				зации процесса в химическом реакторе.		
P5 ОК-12, ПК-14, ПК-25	3.5.1	Основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии.	У.5.1	Произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса.	В.5.1	Методами расчета и анализа процессов в химических реакторах; методами выбора химических реакторов.

В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

универсальные (общекультурные, ОК):

- способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний (ОК-1);
- способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК-12).

общепрофессиональные:

- способностью работать с научно-технической и патентной литературой и использовать полученную информацию при осуществлении своей профессиональной деятельности (ПК-4);

в производственно-технологической деятельности:

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-6);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-7);
- способностью анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию (ПК-8);

в научно-исследовательской деятельности:

- способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-14);

проектная деятельность:

- способностью разрабатывать новые технологические схемы на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-25).

В результате освоения дисциплины «Химические реакторы» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Применять знания законов, теорий, уравнений, методов дисциплины при изучении и разработке химико-технологических процессов.
РД2	Произвести выбор типа реактора и произвести расчет технологических параметров для заданного процесса.
РД3	Самостоятельно выполнять анализ и расчет процессов в химических реакторах; производить выбор реактора.

4. Структура и содержание дисциплины

При изучении дисциплины рассматривается теоретическая часть и полученные знания закрепляются во время практических занятий. Разделы дисциплины:

1. *Общие сведения о химических реакторах.* Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов. Структура математической модели химического реактора. Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора. Классификация химических реакторов и режимов их работы.

2. *Химические реакторы с идеальной структурой потока в изотермическом режиме.* Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения.

3. *Химические реакторы с неидеальной структурой потоков.* Причины отклонений от идеальности в проточных реакторах. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков.

4. *Распределение времени пребывания в проточных реакторах.* Функция распределения времени пребывания. Экспериментальное изучение функции распределения. Функции распределения времени пребывания идеальных и неидеальных проточных реакторов. Применение функций распределения времени пребывания при расчете химических реакторов.

5. *Теплоперенос в химических реакторах.* Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов. Проточный реактор идеального смешения в изотермическом режиме. Периодический реактор идеального смешения в неизотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения в неизотермическом режиме. Тепловая устойчивость химических реакторов. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.

6. *Промышленные химические реакторы.* Реакторы для гомогенных процессов. Реакторы для гетерогенных процессов с твердой фазой. Реакторы для газожидкостных процессов. Реакторы для гетерогенных каталитических процессов.

Темы практических занятий:

- Расчеты изотермических процессов в химических реакторах;
- Расчеты неизотермических процессов в химических реакторах.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Общая химическая технология» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем физической химии на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых лабораторных работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.

4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности, представленные в табл. 2.

Таблица 3

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы	ФОО				
	Лекции	Лаб. раб.	Практ. занятия	Сем., колл.	СРС

IT-методы	+	+			
Работа в команде		+			
Case-study			+		
Игра					
Методы проблемного обучения			+		+
Обучение на основе опыта		+			
Опережающая самостоятельная работа		+		+	
Проектный метод			+		
Поисковый метод	+				+
Исследовательский метод		+			

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая самостоятельная работа студентов (ТСРС) направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает следующие виды работ:

- проработка и дополнение лекционного материала,
- изучение отдельных тем курса, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовка к зачету.

Для помощи студентам при необходимости проводятся консультации.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

ТСР студента состоит в дополнении лекционного материала последними научными достижениями из рассматриваемой области.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Химические реакторы», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- решение задач повышенной сложности, в том числе комплексных и олимпиадных задач;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

6.2 Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

- *Перечень научных проблем и направлений научных исследований*

Тема: Изучение физико-химических закономерностей и инженерного оформления промышленных химико-технологических процессов.

- *Темы индивидуальных домашних заданий*

В целях реализации и конкретизации задач дисциплины, поставленных в данной программе, часть самостоятельная работы студентов посвящена расчетам химических процессов в реакторах по следующим темам:

- изотермические процессы в химических реакторах;
- неизотермические процессы в химических реакторах.

6.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость, и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Контроль за СРС осуществляется на лекциях (в форме ответ-вопрос) .

Контроль качества проработки лекционного материала и самостоятельного изучения отдельных тем осуществляется во время промежуточного контроля (контрольные работы).

6.4 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения индивидуальных домашних заданий; самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу; подготовки к лабораторным занятиям, коллоквиумам, контрольным работам) преподавателями кафедры разработаны следующие учебно-методические пособия и указания:

Учебники

1. 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).
2. Ю.Б. Швалев, В.В.Коробочкин. Общая химическая технология. Химические процессы и реакторы. Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - 180 с.

3. Швалев Ю.Б. Общая химическая технология. Промышленные химико-технологические процессы : учебное пособие / Ю. Б. Швалев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 192 с.: ил.. — Библиогр.: с. 190-191.
4. Швалев Ю.Б. Химические реакторы : учебное пособие / Ю. Б. Швалев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 140 с.: ил.. — Библиогр.: с. 139
5. Химические реакторы : учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; сост. Ю. Б. Швалев. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 135 с.: ил.. — Библиогр.: с. 134.

Кроме того, для выполнения самостоятельной работы рекомендуется литература, перечень которой представлен в разделе 9.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Химические реакторы» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Входной контроль. Представляет собой перечень из 10-20 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин (общей и неорганической химии, математики, физики, физической химии). Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции в течение 15 минут. Проверяются входные знания к текущему семестру.
- Самостоятельные работы (25 вариантов). Представляют собой короткие задания, в виде 1-3 вопросов, выполняются на практических занятиях в течение 5-10 минут. Проверяются знания текущего материала: уравнения, формулировки законов, основные понятия и определения; умения применять эти законы для конкретных реакций и процессов, степень овладения методиками определения различных физико-химических величин.
- Экспрессные опросы (25 вариантов). Представляют собой набор коротких вопросов по определенной теме, требующих быстрого и короткого ответа. Проверяются знания текущего материала: основные понятия и определения.
- Контрольные работы (25 вариантов). Состоят из практических вопросов по основным разделам курса. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.
- Экзаменационные билеты (25 вариантов). Состоят из 2-х теоретических и 1-го практического вопроса по всем разделам, изучаемым в данной дисциплине.
- Контрольные задания для проверки остаточных знаний по дисциплине «Химические реакторы» (25 вариантов). Предназначены для проверки знаний,

умений и навыков при решении конкретных задач.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов.

Примеры входного контроля:

1. Порядком химической реакции называется
 - а) сумма стехиометрических коэффициентов полных реагентов в химическом уравнении;
 - б) сумма показателей степеней у концентраций реагентов в уравнении константы скорости химической реакции;
 - в) сумма показателей степеней у концентраций реагентов в кинетическом уравнении.
2. В технике серной кислотой называют:
 - а) смесь H_2O , H_2SO_4 и $H_2SO_4 \cdot nH_2O$
 - б) смесь H_2SO_4 и $H_2SO_4 \cdot nSO_3$;
 - в) H_2SO_4 .
3. По порядку химические реакции делятся на реакции
 - а) первого, второго, третьего и дробного порядков;
 - б) первого, второго и дробного порядков;
 - в) второго, третьего и дробного порядков.
4. В зависимости от фазового состава реагентов и продуктов различают химические реакции:
 - а) каталитические и некаталитические;
 - б) жидкофазные и газофазные;
 - в) гомогенные и гетерогенные;
 - г) последовательные и параллельные.
5. По тепловому эффекту химические реакции делятся на
 - а) экзотермические и эндотермические;
 - б) моно- и бимолекулярные;
 - в) каталитические и некаталитические.
6. Принцип Ле Шателье:
 - а) если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-нибудь из условий, определяющих положение равновесия, то в системе усилится то направление процесса, течение которого усиливает влияние произведенного воздействия, и положение равновесия сместится в противоположном направлении;
 - б) если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-нибудь из условий, определяющих положение равновесия, то в системе усилится то направление процесса, течение которого ослабляет влияние произведенного воздействия, и положение равновесия сместится в том же направлении.

Примеры текущего контроля:

1. Запишите уравнение материального баланса РИС–Н и характеристическое уравнение.

2. Изобразите на графике в координатах концентрация – время процесс РИС – Н для элементарного объема и для всего объема реактора. Изобразите также изменение степени превращения и скорости реакции во времени для этого реактора.
3. Запишите характеристическое уравнение РИС – Н для реакций:
 - a) 1^{го} порядка
 - b) 2^{го} порядка, протекающей с изменением объема реакционной смеси.
4. Покажите графически, что производительность РИВ и РИС – Н для реакторов одинаковых объемов и при одинаковом объемном расходе различна.
5. Запишите уравнение каскада химических реакторов. Объясните, чем вызвано повышение эффективности каскада по сравнению с единичным реактором.
6. Запишите уравнение для определения числа ступеней каскада, необходимых для достижения степени превращения, если в каскаде идет реакция 1^{го} порядка.
7. Графический метод определения времени пребывания в реакторе идеального смешения непрерывном.

Пример итогового контроля:



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт природных ресурсов
Кафедра общей химической технологии



Направление 18.03.01 «Химическая технология»

Курс 3 курс
Вид контроля Зачет по дисциплине «Химические реакторы»

Билет №1

1. Классификация химических реакторов. Уравнение материального баланса реактора; (15 баллов).
2. Реакторы с различным тепловым режимом. РИС-Н-П; (15 баллов).
3. Задача; (10 баллов).

Составил _____ Доц., к.т.н. Ю.Б. Швалев
Утверждаю: Зав. кафедрой _____ В.В. Тихонов
_____ 201 г.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- **текущая аттестация** (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (выполнение лабораторных работ, оформление и защита отчетов, реферата) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- **промежуточная аттестация** (экзамен) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Организация конференц-недели. На первой конференц-неделе студенты сдают коллоквиумы. На второй конференц-неделе в конце семестра студенты защищают рефераты, а также должны полностью сдать все задания за семестр и получить допуск к зачету.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

• основная литература:

1. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. - М.: Высшая школа, 2005.- 520 с.
2. В.С. Бесков. Общая химическая технология.-М.: Академкнига,2005.-452с.
3. 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:

1. Мухлёнов И.П. Общая химическая технология. Ч. 1, 2. М.: Высшая школа, 1984. - 255 и 263с.
2. Ливеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов.- М.: Химия, 1969.- 362с.
3. Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И.П. Мухленова– Л.: Химия, 1982. – 247с.
4. Смирнов Н.Н., Воложинский А.И., Плесовских В.А. Химические реакторы в примерах и задачах. - СПб.: Химия, 1994. -276с.
5. Общая химическая технология/ Под ред. А.Г. Амелина.–М.: Химия, 1977. – 400с.
6. Арис Р. Анализ процессов в химических реакторах. - Л.: Химия, 1967.
7. Михаил Р., Кырлочану К. Реакторы в химической промышленности. – Л.: Химия, 1968.
8. 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.
9. Бесков С.Д. Технологические расчеты. – М.: Высшая школа, 1966.
10. Расчеты по технологии неорганических веществ / Под ред. М.Е. Позина. – Л.: Химия, 1977.
11. Лебедев Н.Г. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. - М.: Химия, 1981.
12. Андреев Ф.А. Технология связанного азота. – М.: Химия. 1974.
13. 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.
14. Амелин А.Г. Производство серной кислоты. – М.: Химия, 1971. – 326с.
15. Мухленов И.П., Тамбовцев В.Д., Горштейн А.Е. Основы химической технологии. – М.: Высшая школа, 1968. – 594с.
16. Атрощенко В.И. и др. Технология связанного азота. - М.: Высшая школа, 1968. – 422с.
17. Мельниченко Л.Г., Сахаров В.И., Сидоров И.А. Технология силикатов. – М.: Высшая школа, 1969. – 546с.
18. Вольфович С. И. и др. Общая химическая технология. Т.1. – М.: Госхимиздат, 1957. – 726с.

19. Вольфович С. И. и др. Общая химическая технология. Т.2. – М.: Госхимиздат, 1959. – 628с.

- **Internet-ресурсы:**

1. <http://www.alleng.ru/edu/chem9.htm>

Химический энциклопедический словарь. Гл. ред. Кнунянц И.Л.

2. http://sinant.ucoz.ru/load/obshhaja_khimicheskaja_tekhnologija_okht/8

А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен. Общая химическая технология

3. <http://chemistry-chemists.com/forum/viewtopic.php?f=15&t=35&p=1974#p1974>

И.П. Мухленов (ред.). Общая химическая технология (ч.1, 2)

4. <http://chemistry-chemists.com/forum/viewtopic.php?f=15&t=35&p=1974#p1974>

В.С. Бесков, В.С. Сафронов Общая химическая технология и основы промышленной экологии

5. <http://bankknig.org/knigi/27421-obshhaya-ximicheskaya-texnologiya-uchebnik-dlya.html>

В.С. Бесков. Общая химическая технология .

6. http://sinant.ucoz.ru/load/obshhaja_khimicheskaja_tekhnologija_okht/8

Примеры и задачи по общей химической технологии (Игнатенков В.И., 2005)

7. <http://www.y10k.ru/books/subcat300page11.html>

Основные процессы и аппараты химической технологии (Касаткин А. Г.)

8. <http://www.knigafund.ru/books/112649> Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов

9. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/21789984/> Оптимальное проектирование химических реакторов

10. http://mirknig.com/knigi/estesstv_nauki/1181606495-himicheskie-reaktory-elektronnoe-uchebno-metodicheskoe-posobie.html Химические реакторы 11.

<http://www.iqlib.ru/book/preview/655F4B0B6B68459CA7FF8081A1B659CE> Химические реакторы, В.С. Бесков

12. <http://booksshare.net/index.php?id1=4&category=chem&author=emanuel-nm&book=1984> Курс химической кинетики. 4-е изд. - Эмануэль Н.М.

13. <http://bananabooks.net/book/98-obshhaya-ximicheskaya-texnologiya-bryankin-kv/9-21-reaktory-periodicheskie.html> ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ - Брянкин К.В.

14. <http://book.tr200.net/v.php?id=2421815> Инженерное оформление химических процессов

15. <http://books-library.ru/estesstvennie-nauki/9688-himicheskie-reaktory-elektronn.html> Химические реакторы, Петьков В. И., Корытцева А. К.

16. http://www.studmed.ru/view/romashkina-ll-albom-tehnologicheskikh-shem-himicheskikh-proizvodstv_5b0f94b6811.html Альбом технологических схем

химических производств.

- **Программное обеспечение** (разработки МХТУ им. Менделеева, находятся на стадии внедрения в учебный процесс кафедры ОХТ):
 - a. Мультимедийный курс «Оборудование предприятий химической промышленности».
 - b. Мультимедийный курс «Подготовка воды в химической промышленности».
 - c. Мультимедийный курс «Технология аммиака и азотной кислоты».
 - d. Лабораторно-компьютерный комплекс « LabОХТ ».

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория, количество установок
1	Учебная лаборатория, оснащенная компьютерами (12 шт.) .	2 корпус, 127 ауд.
2	Учебная лаборатория, оснащенная мультимедийным оборудованием и интерактивной доской.	2 корпус, 003-А ауд.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению и профилю подготовки ООП 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

Программа одобрена на заседании каф.ОХТ
(протокол № ___ от « ___ » _____ 2015 г.)

Автор: доцент кафедры ОХТ

Швалев Ю.Б.

Рецензент: