

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

А. А. Панфилов

« 05 »

2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки «Технология и переработка полимеров»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	4 / 144	8		8	128	Зачет
6	4 / 144	8		8	101	Экзамен (27 ч.)
Итого	8 / 288	16		16	229	Зачет / экзамен

Владимир 2016

*Мол*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс имеет **целью** овладение методами создания эффективных химических производств на основе методов синтеза и анализа химико-технологической системы (ХТС), приобретение знаний теоретических основ химических реакторов и протекающих в них процессов на основе методов математического моделирования.

### **Задачи дисциплины.**

Основные задачи курса "Общая химическая технология":

- изучение химического производства как химико-технологической системы, ее организации, структуры и функционирование;
- изучение методов балансовых расчетов, анализа химического производства, определения его эффективности;
- обучение методам и приемам разработки ХТС и оптимальной организации химико-технологических процессов в ней:
- развитие технического мышления и эрудиции при анализе и синтезе химико-технологических систем;
- знакомство с некоторыми конкретными химическими производствами, на примере которых предметно демонстрируются основные теоретические положения курса;
- знакомство с химическим реактором и протекающими в нем процессами, т.е. общий анализ изучаемого объекта, его классификация и выделения частных явлений;
- последовательное изучение частных явлений в соответствии с иерархической структурой процесса в химическом реакторе: химическая реакция, химический процесс, процесс в реакционном слое реактора и в реакторе в целом;
- развитие инженерного мышления и эрудиции при анализе процесса в химическом реакторе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Химическая технология – интегрирующая наука, которая базируется на фундаментальных основах химии, физики, механики, математики, управления и экономики. Данный курс представляет собой введение в химическую технологию как науку и предназначен для общего ознакомления с химическими производствами, рассмотрения общих проблем синтеза и анализа химических производств. Обобщающее начало в курсе преобладает над описательным по производствам разнообразных химических продуктов.

В курсе "Общая химическая технология" химическое производство рассматривается как химико-технологическая система, и это определяет методическую основу изложения и изучения материала на основе теории систем и системного анализа.

Решение теоретических и прикладных проблем курса основывается на анализе и использовании общих закономерностей протекающих химических и фазовых превращений, явлений переноса тепла и вещества и закона сохранения энергии и массы в сложных реагирующих системах. Рассмотрение химического производства как системы взаимосвязанных элементов, потоков и протекающих в них процессов позволяет выявить в нем новые свойства, возникающие в технологической системе и не проявляющиеся в ее элементах.

Дисциплина относится к базовой части учебного плана подготовки бакалавра. Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по таким дисциплинам, как процессы и аппараты химической технологии, моделирование химико-технологических процессов, химические реакторы.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### 1) Знать:

- основные принципы организации химического производства (ПК-1);
- иерархическую структуру химического производства (ПК-1);
- методы оценки эффективности производства (ОПК-1);
- общие закономерности химических процессов (ОПК-1);
- основные химические производства (ПК-1).
- основы теории процесса в химическом реакторе (ОПК-1);
- методологию исследования взаимодействия процессов химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях (ОПК-1);
- методику выбора реактора и расчета процесса в нем (ПК-1);
- основные реакционные процессы и реакторы химической технологии (ПК-1).

#### 2) Уметь:

- рассчитывать основные характеристики химического процесса (ПК-1);
- выбирать рациональную схему производства заданного продукта (ПК-1);
- оценивать технологическую эффективность производства (ПК-1);
- произвести выбор типа реактора и провести расчет технологических параметров для заданного процесса (ПК-1);
- определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе (ОПК-1).

#### 3) Владеть:

- методами анализа эффективности работы химических производств (ПК-1);
- методами расчета и анализа в химических реакторах (ОПК-1);
- методами определения технологических показателей процесса (ПК-1).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-1);

способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль	СРС	КП / КР			
<b>5 семестр</b>												
1	Основные определения и положения	5		2				20		2/100	Тест	
2	Химическое производство	5		4		4		24		4/50	Тест	
3	Сырьевые и энергетические ресурсы химической промышленности	5		2				16		2/100	Тест	
4	Методы и процессы химической технологии	5						6			Тест	
5	Химическое производство – ХТС. Иерархическая структура и элементы ХТС	5						8			Тест	
6	Описание ХТС	5						8			Тест	
7	Анализ ХТС Основные положения и	5						6			Тест	

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемо- сти (по неде- лям семестра) , форма промежу- точной аттестации (по семе- страм)
		Неделя семестра		Лекции	Практиче- ские занятия	Лаборатор- ные работы	Контроль-	СРС	КП/КР			
	определения											
8	Свойства ХТС как сис- темы	5						6				Тест
9	Эксергетиче- ские балансы	5						6				Тест
10	Синтез ХТС Основные определения и положения	5						6				Тест
11	Основные концепции при синтезе ХТС	5						6				Тест
12	Промышлен- ные химиче- ские произ- водства	5				4		16		0/0		Тест
	<b>Зачет</b>											зачет
	<b>Всего</b>			8		8		128		8/50		
<b>6 семестр</b>												
1	Иерархиче- ская структу- ра математиче- ской моде- ли процессов в реакторе.	6		2				12		2/100		Тест
2	Физико- химические закономерно- сти химиче-	6		2		8		22		2/20		Тест

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу сту- дентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемо- сти (по неде- лям семестра), форма промежу- точной аттестации (по семе- страм)
		Неделя семестра		Лекции	Практиче- ские занятия	Лаборатор- ные работы	Контроль-	СРС	КП/КР			
	ских превра- щений											
3	Гомогенный химический процесс Ос- новные поло- жения и оп- ределения.	6		2				16			2/100	Тест
4	Гетерогенный (некаталити- ческий) хи- мический процесс	6		2				16			2/100	Тест
5	Каталитиче- ский процесс	6						9				Тест
6	Изотермиче- ские процес- сы в реакторе	6						12				Тест
7	Неизотерми- ческие про- цессы в хи- мических ре- акторах	6						2				Тест
8	Виды про- мышленных химических реакторов	6						12				Тест
	<b>Экзамен</b>											27
	<b>Всего:</b>	6		8		8		101			8/50	27
	<b>Итого за 5, 6 се- местр</b>			16		16		229			16/50	экзамен (27) / зачет

## 4.1. Теоретический курс

### 5 семестр

**Тема 1.** Химическая технология – наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства. Объект химической технологии. Проблемы и пути развития химической технологии и химических производств (*Лекция 1*).

**Тема 2.** Химическое производство. Иерархическая структура, состав и компоненты химического производства (*Лекция 2*). Качественные и количественные показатели эффективности химического производства (технологические, технико-экономические, эксплуатационные и социальные показатели). (*Лекция 3*)

**Тема 3.** Сырьевые ресурсы. Классификация. Обогащение сырья. Вторичное сырье, отходы. Вода и ее подготовка. Организация водооборота на химическом предприятии (*Лекция 4*).

### 6 семестр

**Тема 1.** Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе (*Лекция 1*).

**Тема 2.** Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические.

Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств (*Лекция 2*).

**Тема 3.** Гомогенный химический процесс.

Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности. Гомогенный химический процесс. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов. (*Лекция 3*).

**Тема 4.** Гетерогенный (некаталитический) химический процесс.

Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы (*Лекция 4*).

## 4.2. Перечень тем лабораторных занятий

### 5 семестр

**Лабораторное занятие 1.** Инструктаж по ТБ. Ознакомление с лабораторным курсом дисциплины. Расчет расходных коэффициентов. Составление материальных балансов. (2 часа).

**Лабораторное занятие 2.** Выполнение лабораторных работ №№ 1-3: "Электролитическое получение гидроксида натрия и хлора", "Приготовление и испытание пленкообра-

зующих веществ”, “Получение мыла”. Защита работ (4 часа).

## 6 семестр

*Лабораторное занятие 1.* Инструктаж по ТБ. Выполнение лабораторной работы «Моделирование процесса проведения последовательной необратимой реакции  $A \rightarrow B \rightarrow C$  с применением реактора идеального смешения, идеального вытеснения и каскада РИС». (4 часа).

*Лабораторное занятие 2.* Выполнение лабораторной работы "Моделирование процесса проведения последовательной обратимой реакции с применением реактора идеального смешения, идеального вытеснения и каскада РИС". (4 часа).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом 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.

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

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

*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 выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- лабораторные исследования с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Пример тестов к текущей аттестации.

#### 5 семестр

1. Естественная прикладная наука о способах и процессах производства промышленных химических продуктов - это:
  - органическая химия
  - химическая технология
  - физическая химия
  - неорганическая химия.
2. Объектом химической технологии являются:
  - методы химической технологии
  - химическое производство
  - металлургия
  - химические процессы.
3. Производство продуктов на основе процессов, происходящих в живой клетке относится к:
  - технологии основного органического синтеза
  - высокомолекулярной технологии
  - биотехнологии
  - производству органических препаратов
4. Производство органических реактивов, препаратов и лекарственных веществ относится к:
  - тонкому органическому синтезу
  - биотехнологии
  - основному органическому синтезу
  - нефтехимическому синтезу.
5. Глобальными проблемами человечества, которые решает химическая технология являются:
  - продовольствие
  - экология
  - защита животного и растительного мира .
6. Общая структура химического производства включает в себя подготовку и переработку сырья, выделение продукта, утилизацию отходов, подготовку вспомогательных материалов, водоподготовку, энергетическую систему и систему управления, которые называются:
  - функциональными частями
  - составными частями производства
  - составляющими производства
  - стадиями производства
7. Сырье, вспомогательные материалы, продукты, отходы производства, энергию классифицируют как:
  - переменные компоненты производства
  - постоянные компоненты производства
  - компоненты производства
  - все перечисленное.

8. Строительные конструкции, аппаратуру, устройства контроля и управления, обслуживающий персонал относят к:

- переменным компонентам производства
- основным компонентам производства
- постоянным компонентам производства
- все перечисленное

9. Вещества и материалы, не подлежащие дальнейшей переработке и направляемые на утилизацию называют:

- отходами производства
- полупродуктами
- вспомогательными материалами
- некондиционными продуктами

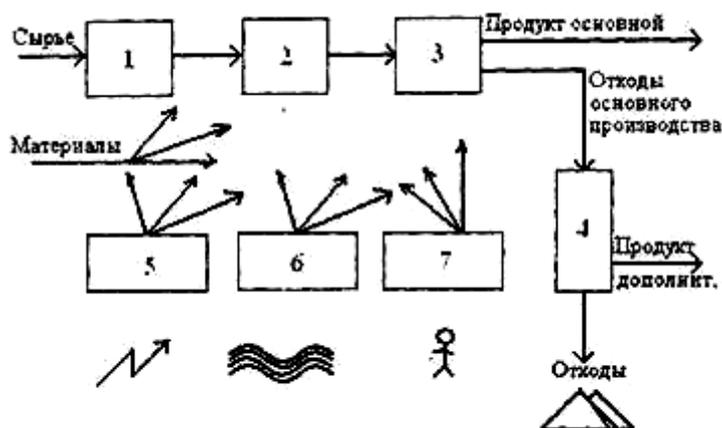
10. Химические вещества, поступающие на переработку, называются:

- расходными материалами
- сырьем
- исходными материалами
- все перечисленное

11. Основные химические вещества, получаемые в результате переработки сырья и предназначенные для потребления, называются:

- продуктами
- полупродуктами
- синтезируемыми веществами
- продуктами реакции

12. Установите соответствие функционального элемента с его обозначением (номером) в структуре химического производства.



а) выделение продукта; б) санитарная очистка и утилизация отходов; в) подготовка сырья; г) водоподготовка; д) химическая переработка сырья; е) энергетическая система; ж) система управления.

- 1-ж, 2-д, 3-а., 4-б, 5-е, 6-г, 7-в
- 1-в, 2-е, 3-а., 4-б, 5-д, 6-г, 7-ж
- 1-в, 2-д, 3-а., 4-б, 5-е, 6-г, 7-ж.

## 6 семестр

1. Понятие химического реактора.
2. Назначение химического реактора.

3. Структурные элементы химического реактора (реакционный элемент, устройства ввода и вывода, смешения, разделения и распределения потоков, теплообменные элементы).
4. Что такое моделирование и модель процесса?
5. Последовательность построения математической модели химического реактора.
6. Чем различаются физическое и математическое моделирование? Почему для исследования химических процессов и реакторов надо использовать математическое моделирование?
7. Иерархическая структура математической модели процесса в химическом реакторе.
8. Классификация процессов в химическом реакторе и их математических моделей.
9. Дайте определения и формулы для расчета степени превращения, выхода продукта и избирательности процесса по продукту. Покажите связь между ними.
10. Пути повышения эффективности химических превращений.
11. Классификация химических процессов по физико-химическим признакам.
12. Классификация химических процессов по фазовому состоянию реагентов.
13. Определение гомогенного химического процесса. Приведите пример такого процесса.
14. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.
15. Понятие гетерогенного (некаталитического) химического процесса.
16. Структура гетерогенного процесса и его стадии.
17. Понятие наблюдаемой скорости превращения, режимов протекания процесса, лимитирующей стадии.
18. Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - твердое". Обоснование, построение и анализ математической модели для реакций горения (модель "сжимающаяся сфера").
19. Гетерогенный химический процесс "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование, построение и анализ математической модели. Области протекания процесса. Пути интенсификации режимов процесса.
20. Понятие катализа и катализатора.
21. Гомогенный и микрогетерогенный каталитические процессы.
22. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Обоснование, построение и анализ математической модели на каталитической поверхности и в пористом зерне катализатора.
23. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания гетерогенного катализа. Пути интенсификации каталитических процессов.
24. Классификация химических реакторов.
25. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. Математические модели данных видов реакторов.
26. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения.
27. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах.
28. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и вытеснения, адиабатическом и с теплообменом.
29. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе.
30. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и автотермическом реакторе идеального вытеснения.

## **6.2. Пример задания к выполнению лабораторной работы и вопросов к защите Лабораторная работа "Электролитическое получение хлора и КОН"**

### **Задание**

1. Изучить теоретические основы данной работы, ознакомиться с конструкцией установки и методикой проведения эксперимента.
2. Получить у преподавателя допуск к работе и задание на проведение лабораторной работы.
3. В соответствии с заданием провести эксперимент по получению электролитическим методом хлора и гидроксида калия.
4. Провести анализ католита. Рассчитать выход продукта по току.
5. Составить материальный баланс по иону калия.
6. Составить отчет о работе.

### **Контрольные вопросы к защите работы**

1. Что такое электролиз и для чего его применяют?
2. Сущность электролиза водных растворов.
3. Законы Фарадея.
4. Расскажите о процессе электролиза хлорида калия и хлорида натрия.
5. Влияет ли концентрация исходного раствора на выход готовых продуктов и каким образом?
6. Каким образом влияют силовые характеристики тока на выход готового продукта?
7. Объясните конструкцию и принцип работы модельной установки электролиза.
8. Каким образом ведут расчет количества компонентов, образовавшихся в результате электролиза раствора.
9. Опишите принцип составления материального баланса.

## **6.3. Темы для самостоятельного изучения**

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, доступом к электронным библиотечным фондам.

При решении задач на занятиях и самостоятельно предусмотрены многовариантные условия задачи, что дает возможность студенту подойти индивидуально к решению поставленных задач.

### **5 семестр**

**Тема 1.** Химическая технология – наука об экономически, экологически и социально обоснованных способах и процессах переработки сырья с изменением его состава и свойств путем проведения химических и физико-химических превращений в предметы потребления и средства производства. Объект химической технологии. Проблемы и пути развития химической технологии и химических производств.

**Тема 2.** Химическое производство. Иерархическая структура, состав и компоненты химического производства. Качественные и количественные показатели эффективности химического производства (технологические, технико-экономические, эксплуатационные и социальные показатели).

**Тема 3.** Сырьевые ресурсы. Классификация. Обогащение сырья. Вторичное сырье, отходы. Вода и ее подготовка. Организация водооборота на химическом предприятии. Энергетика в химической промышленности. Классификация и виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.

**Тема 4.** Химический и химико-технологический процесс. Методологические основы химической технологии. Оборудование химического производства.

**Тема 5.** Состав ХТС. Элементы ХТС. Связи элементов ХТС. Классификация связей. Структура связей в ХТС.

**Тема 6.** Виды моделей ХТС. Описательные и графические модели. Назначение, применение и взаимосвязь моделей. Системный подход к выбору при синтезе и анализе ХТС.

**Тема 7.** Состояние ХТС. Параметры потоков. Состояние элемента. Расчет ХТС.

**Тема 8.** Свойства ХТС как системы. Появление в ХТС новых качественных свойств, не характерных для отдельных элементов: взаимосвязанность режимов элементов, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов и др.

**Тема 9.** Эксергетический баланс. Эксергетический анализ.

**Тема 10.** Понятие и задачи синтеза ХТС. Основные этапы разработки ХТС. Роль математических и эвристических методов.

**Тема 11.** Основные концепции при синтезе ХТС. Содержание и способы реализации: полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

**Тема 12.** Технология основных химических продуктов (серная кислота, аммиак, азотная кислота, полистирол, переработка нефти, природного газа и др.). Построение ХТС конкретного производства – получение полистирола различными способами.

## 6 семестр

**Тема 1.** Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

Определение и назначение химического реактора. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.

**Тема 2.** Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические.

Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.

**Тема 3.** Гомогенный химический процесс.

Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности. Гомогенный химический процесс. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов..

**Тема 4.** Гетерогенный (некаталитический) химический процесс.

Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы.

**Тема 5.** Каталитический процесс.

Определение, классификация, примеры. Гомогенный и гетерогенный катализ. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Пути интенсификации каталитических процессов.

**Тема 6.** Изотермические процессы в реакторе.

Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического

процесса, организация потоков реагентов, организация тепловых потоков. Влияние структуры потока, стационарности режима, параметров и условий протекания процесса, вида химической реакции и ее параметров на профили концентраций и показателей процесса в реакторе.

Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения. Процессы в реакторах с переносом вещества, отличным от идеального смешения и вытеснения. Модели процессов, области их применения и сопоставление с моделями «идеальных» процессов.

**Тема 7.** Неизотермические процессы в химических реакторах.

Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом.

**Тема 8.** Виды промышленных химических реакторов.

Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов (гомогенных, гетерогенных, каталитических). Выбор типа реактора, особенности конструкции и режима.

#### **6.4. Вопросы к зачету (5 семестр).**

1. Понятие химической технологии. Объект, методы исследования химической технологии. Классификация химической технологии.
2. Проблемы и пути развития химической технологии и химических производств.
3. Понятие о химическом производстве. Требования, предъявляемые к химическому производству.
4. Структура химического производства.
5. Компоненты и состав химического производства.
6. Техничко-экономические показатели эффективности работы производства.
7. Эксплуатационные и социальные показатели работы производства.
8. Технологические критерии эффективности ХТП.
9. Сырьевые ресурсы. Классификация. Обогащение сырья.
10. Вторичное сырье, отходы.
11. Вода и ее подготовка.
12. Организация водооборота на химическом предприятии.
13. Энергетика в химической промышленности.
14. Классификация и виды энергии.
15. Первичные и вторичные энергоресурсы.
16. Химические процессы и их классификация.
17. Классификация ХТП.
18. Методология и оборудование химического производства.
19. Понятие ХТС, элементов, связей.
20. Функциональные и масштабные подсистемы.
21. Иерархическая структура ХТС.
22. Классификация элементов ХТС.
23. Классификация связей ХТС.
24. Виды связей в ХТС.
25. Классификация моделей ХТС.
26. Виды качественных моделей ХТС.
27. Виды математических моделей ХТС.
28. Системный подход к выбору при синтезе и анализе ХТС.
29. Параметры потоков. Состояние элемента.

30. Расчет ХТС.
31. Материальный баланс элемента ХТС с химическими превращениями и без них.
32. Тепловой баланс элемента ХТС.
33. Свойства ХТС как системы.
34. Взаимосвязанность режимов элементов ХТС, различие оптимальности элемента одиночного и в системе, устойчивость и существование стационарных режимов.
35. Материальный баланс для механических, массообменных и реакционных элементов и подсистем.
36. Энергетический баланс.
37. Эксергетический баланс. Эксергетический анализ.
38. Основные этапы разработки ХТС.
39. Роль математических и эвристических методов при разработке ХТС..
40. Основные концепции при синтезе ХТС.
41. Полное использование сырьевых и энергетических ресурсов, минимизация отходов, оптимальное использование аппаратуры.

### **6.5. Вопросы к экзамену (6 семестр)**

1. Определение и назначение химического реактора.
2. Реакторы в химических и нехимических отраслях промышленности.
3. Обзор типов химических реакторов, их структурные элементы, основные процессы и явления в них.
4. Физическое и математическое моделирование, их место в инженерно-химических исследованиях. Место и значение натурального и вычислительного эксперимента.
5. Систематизация процессов в химическом реакторе по масштабу их протекания.
6. Иерархическая структура математической модели процессов в реакторе.
7. Физико-химические закономерности химических превращений – стехиометрические, термодинамические, кинетические.
8. Показатели химического превращения – степень превращения, выход продукта, интегральная и дифференциальная селективность, скорости реакции и превращения реагентов.
9. Пути повышения эффективности химических превращений на основе знания их физико-химических свойств.
10. Понятие химического процесса. Классификация химических процессов по различным признакам – химическим, фазовым и стационарности.
11. Гомогенный химический процесс.
12. Влияние химических признаков и условий протекания процессы на его показатели. Способы интенсификации.
13. Понятие оптимальных температур. Оптимальные температуры для обратимых и необратимых экзо- и эндотермических процессов.
14. Структура процесса и его составляющие. Наблюдаемая скорость химического превращения.
15. Режимы протекания процесса, лимитирующая стадия. Гетерогенный процесс "газ (жидкость) - твердое", "газ (жидкость) - жидкость". Обоснование выбора модели, построение и ее анализ.
16. Наблюдаемая скорость превращения и области протекания процесса. Пути интенсификации для различных режимов работы.
17. Гомогенный и гетерогенный катализ.
18. Гетерогенный катализ на твердом катализаторе. Пути интенсификации каталитических процессов.
19. Классификация процессов в реакторах по различным признакам – вид химического процесса, организация потоков реагентов, организация тепловых потоков.

20. Обоснование и построение математических моделей процесса в реакторах.
21. Влияние структуры потока (идеальное смешение и вытеснение), стационарности режима (проточный, периодический), параметров и условий протекания процесса (температура, давление, концентрация, объем реакционной зоны, время), вида химической реакции и ее параметров на профили концентраций и показателей процесса в реакторе (степень превращения, выход продукта, селективность). Основные расчеты процессы в реакторе.
22. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями – идеального смешения и вытеснения.
23. Процессы в реакторах с переносом вещества, отличным от идеального смешения и вытеснения. Модели процессов, области их применения и сопоставление с моделями «идеальных» процессов.
24. Организация тепловых потоков и режимов в химических реакторах. 25. Распределение температуры и концентраций (степени превращения) в реакторе в режимах идеального смешения и распределения, адиабатическом и с теплообменом.
26. Связь температуры и степени превращения в адиабатическом процессе. Сопоставление с изотермическим режимом.
27. Число и устойчивость стационарных режимов в адиабатическом реакторе идеального смешения и изотермическом реакторе идеального вытеснения.
28. Конструкции промышленных реакторов для проведения процессов (гомогенных, гетерогенных, каталитических).
29. Выбор типа реактора, особенности конструкции и режима.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Христофорова И.А. Общая химическая технология. Химико-технологические расчеты в процессах электролиза, синтеза материалов и химических реакторах: учеб. Пособие / И.А. Христофорова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. - 51 с. 72 экз. Электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2745/1/00273.pdf>.
2. Общая химическая технология [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Закгейм А.Ю. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html>.
3. Химическая кинетика. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Е. Заиков - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215181.html>.
4. Химическая технология переработки нефти и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Л. Солодова, Д.А. Халикова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. Студенческая научная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212203.html>.

### **б) дополнительная литература**

1. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие для вузов по направлениям и специальностям в области химической технологии / В. А. Аверьянов [и др.] ; под ред. В. С. Бескова .— Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2010 .— 279 с. 10 экз. в библиотеке ВлГУ.
2. Корс Л.Г. Некоторые производственные задачи в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ Корс Л.Г., Корс Н.В.— Электрон. тек.

стовые данные.— Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2009.— 67 с.

3. Технология простого суперфосфата [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Водопьянова, Р.Е. Фомина, О.Ю. Хацринова. - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212197.html>.

4. Общая технология силикатов: Учебник / Л.М. Сулименко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.

5. Романовский, Б.В. Основы катализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.В. Романовский.— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.

**в) периодические издания:**

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

**г) интернет-ресурсы:**

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) лаборатория ОХТ для проведения лабораторных занятий (ауд. 430/1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил

д.т.н., профессор Христофорова И.А.

Рецензент

(представитель работодателя)

зам. генерального директора по научно-технологическому развитию ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н. Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой

Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол № 1 от 5.09.16 года

Председатель комиссии

Панов Ю.Т.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Рецензия**  
**на рабочую программу дисциплины «Общая химическая технология» для студентов**  
**направления 18.03.01 «Химическая технология»**  
**заочной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофоровой И.А.**

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофоровой И.А. для студентов направления 18.03.01 «Химическая технология» заочной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике лабораторных занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к экзамену, заданий для проведения тестов, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Общая химическая технология» профессора Христофоровой И.А. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления «Химическая технология».

Рецензент:

зам. генерального директора по  
научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Лазарев Е.В.