

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 16.11.2023 17:11:04  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

« 08 » апреля 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки

**15.03.03 Прикладная механика**

Направленность программы

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Факультет **химии веществ и материалов**  
Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	09
4.3.1 Семинары, практические занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	13
10.2. Программное обеспечение .....	13
10.3. Информационные справочные системы .....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	14

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-14</b>	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы по многовариантному анализу характеристик конкретных механических объектов с целью оптимизации технологических процессов	<p><b>Знать:</b> - принципы физического моделирования химико-технологических процессов; типовые процессы химической технологии;</p> <p>основные принципы организации химического производства, создания его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства.</p> <p><b>Уметь:</b> на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса; рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ; на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратное оформление; прогнозировать влияние управляющих параметров на показатели протекания химико-технологических процессов в типовых реакторах.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели; основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе</p>

### . Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В. ДВ.01.02) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия», «Органическая химия», «Физика», «Математика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Моделирование полимерных композиционных систем», «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения», «Математическое моделирование процессов переработки нефти и газа», «Математическое моделирование химико-технологических процессов», прохождении практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>64</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>53</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (27)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	2	2	2	8	ПК-14
2.	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	4	4	4	8	ПК-14
3.	Системный уровневый метод анализа химико-технологических процессов	3	2		8	ПК-14
4.	Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов	3	4	4	8	ПК-14
5	Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов	3	2	4	8	ПК-14
6	Важнейшие химические производства.	3	4	4	13	ПК-14

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Сырьевая и энергетическая база химической промышленности</u> Классификация и характеристики сырья и вспомогательных материалов. Вода и воздух в балансе сырья. Требования к их качеству. Природные источники сырья и их ресурсы в РФ. Вторичные сырьевые ресурсы. Принципы обогащения сырья. Комплексное использование сырья и принципы создания малоотходных производств. Многовариантность химических схем производства продукта с использованием различных видов сырья. Энергетика химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.	2	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	<p><u>Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u></p> <p>Основные показатели и параметры протекания химико-технологических процессов (ХТП). Показатели качества протекания ХТП. Степень превращения. Выход продукта. Скорость ХТП. Избирательность. Удельные материальные, энергетические и эксплуатационные затраты. Взаимосвязь между показателями качества протекания ХТП и их роль в формировании экономических показателей производства. Параметры управления и физико-механические характеристики ХТП: температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность взаимодействия, применение катализаторов и ингибиторов, тип и конструкция реактора. Понятие о структуре производства как стратегической составляющей системы его управления. Установление связи между параметрами управления ХТП и показателями качества протекания ХТП как основной этап прогнозирования эффективности функционирования химического производства. Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при производстве химических продуктов.</p>	4	Компьютерная презентация
3	<p><u>Системный уровневый метод анализа химико-технологических процессов</u></p> <p>Классификация ХТП. Основные стадии протекания. Гомогенные и гетерогенные процессы и особенности их протекания. Понятия о лимитирующих стадиях. Уровни анализа, описания и прогнозирования показателей качества ХТП. Взаимосвязь между параметрами управления и показателями качества протекания ХТП, функционирования реакторов и производств, определяемая на каждом из этих уровней. Примеры применения метода системного уровневого анализа при управлении технологическими и экономическими показателями качества протекания ХТП.</p>	3	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	<p><u>Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов</u></p> <p>Основные задачи, решаемые на данном уровне анализа. Химическое равновесие. Связь термодинамической константы равновесия и изменения изобарно-изотермического потенциала. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Управление состоянием равновесия на примере единичной химической реакции. Управление состоянием равновесия сопряжённых реакций. Предварительная оценка технически и экономически обоснованных диапазонов изменения микрокинетических параметров при осуществлении ХТП. Скорость химической реакции. Управление скоростью необратимой реакции. Управление скоростью обратимой реакции с использованием закономерностей формальной кинетики. Влияние температуры, давления и состава реакционной смеси на скорость обратимой реакции. Закономерности реальной кинетики. Управление скоростью химической реакции с учётом закономерностей реальной кинетики. Оптимизация параметров оперативного и стратегического управления скоростью химической реакции. Понятие дифференциальной селективности. Методы управления дифференциальной селективностью. Влияние температуры, давления и состава реакционной среды на изменение скорости сопряжённых реакций.</p>	3	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><u>Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов</u></p> <p>Понятие о лимитирующей стадии гетерогенного процесса. Методы и технология определения лимитирующей стадии процесса. Внешнедиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Влияние параметров на его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Внутридиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Виды внутренней диффузии. Влияние параметров процесса на его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Кинетическая область протекания гетерогенного процесса. Влияние параметров процесса на его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Общие способы увеличения скорости гетерогенного процесса. Промышленные гетерогенные процессы Гетерогенный катализ. Его место в современном химическом производстве. Современные тенденции в развитии катализа и каталитических процессов. Основные характеристики твёрдых катализаторов. Катализаторы сотовой структуры и микроканальные каталитические системы.</p>	3	Компьютерная презентация
6	<p><u>Важнейшие химические производства</u></p> <p>Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья. Основные производства на основе синтез-газа. Производство водорода. Синтез аммиака. Контактное производство серной кислоты. Производство азотной кислоты и минеральных удобрений. Производство алюминия. Экологические аспекты современных химических производств и функционирования топливно-энергетического комплекса. Водородная энергетика.</p>	3	Компьютерная презентация

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Определение теоретических и практических расходных коэффициентов по сырью	2	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Расчёт материального и теплового баланса при проведении много маршрутного процесса	2	
3	Расчёт энергозатрат для реакторов с различным температурным режимом	2	-
4	Расчёт равновесного состава реакционной смеси в известном диапазоне изменения управляющих параметров	2	Компьютерная симуляция
4	Расчёт кинетических параметров процесса на основании экспериментальных данных	2	-
4	Расчёт области оптимальных температур экзотермического процесса для различных условий его проведения	2	-
5	Расчёт времени полного превращения твёрдого материала для гетерогенного процесса, протекающего во внешнедиффузионной области	2	-
5	Расчёт производительности адиабатического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	2	Работа в команде, групповая дискуссия
6	Расчёт многополочного реактора с промежуточным теплообменом	2	Работа в команде

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Организация систем оборотного водоснабжения	4	Письменный опрос №1
2	Расчёт материального баланса пароуглекислотной конверсии природного газа	6	Проверка решения
3	Иерархическая схема производства биотоплива	6	Письменный опрос №2
4	Методы определения кинетических параметров каталитического процесса	5	Письменный опрос №3
4	Нанотехнология в синтезе гетерогенных катализаторов	8	Письменный опрос №3
5	Каскад реакторов полного смешения. Методики расчёта	8	Письменный опрос №4
6	Технологии производства азотной кислоты	8	Письменный опрос №5
6	Технологии производства синтетических моторных топлив	8	Письменный опрос №5

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) теоретического характера и практического характера.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Технологии производства синтез-газа.
2. Задача

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем: учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 381 с.
2. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 448 с.

3. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд. стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 1: Теоретические основы химической технологии.- 255с.
4. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд., стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 2: Важнейшие химические производства.- 264с.
5. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учеб. пособие / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева: под ред. Е.А. Власова; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2009.- 140 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов.- М.: Академкнига, 2006. - 452 с.
2. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика/И.Чоркендорф, Х.Наймантсведрайт, пер. с англ. В.Н.Ролдугина.–Долгопрудный,«Интеллект», 2010.-501с.
3. Луцко, Ф.Н. Химико-технологические расчеты с применением *MathCAD*: учебное пособие/ Ф.Н. Луцко, В.Е. Сороко, А.Н. Прокопенко; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2006.– 456 с.

**в) вспомогательная литература**

1. Холоднов, В.А. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: практическое руководство/ В.А. Холоднов, В.П. Дьяконов, Е.Н. Иванова, Л.С. Кирьянова.-СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003. – 480 с.
2. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. Специалистов/В.М.Бесков- М. : Академкнига, 2005. - 452 с.
3. Кутепов, А.М. Общая химическая технология : учеб. для вузов по специальностям хим.-технол. профиля / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен.- 3-е изд., перераб. - М.: Академкнига, 2003. - 528 с.
4. Крылов, О.В. Гетерогенный катализ [Текст] : Учебное пособие для вузов по специальности 011013 "Химическая кинетика и катализ" специальности 011000 "Химия" / О. В. Крылов. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru/>-«Электронный читальный зал – БиблиоТех»

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Общая химическая технология» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

пакеты прикладных программ стандартного набора (Microsoft Office, MathCAD);  
прикладное программное обеспечение анализа изображений;  
программное обеспечения обработки и расшифровки экспериментальных данных (в т.ч. Multichrom for windows);

информационно - справочные системы (IVTANTERMO for windows)

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными

комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через отдельный сервер, подключенный к сети института.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Общая химическая технология»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-14	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы по многовариантному анализу характеристик конкретных механических объектов с целью оптимизации технологических процессов	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные принципы организации химического производства	Правильные ответы на вопросы №27-29 к экзамену.	ПК-14
Освоение раздела №2	Владеет навыками выполнения материальных и тепловых расчётов	Правильные ответы на вопросы №1-2 к экзамену. Правильное выполнение заданий № 60-62 к экзамену.	ПК-14
Освоение раздела № 3	Знает основные принципы создания иерархической структуры производства, методы оценки эффективности производства.	Правильные ответы на вопросы №19-26 к экзамену.	ПК-14
Освоение раздела №4	Умеет находить оптимальный путь решения поставленной задачи; составлять алгоритм решения поставленной задачи с использованием лицензионных пакетов прикладных программ	Правильные ответы на вопросы 11-13 к экзамену.	ПК-14
	Умеет на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-	Правильное выполнение заданий № 57-59, 63-64 к экзамену.	ПК-14

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	технологического процесса		
	Умеет проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки	Правильные ответы на вопросы 14-18 к экзамену.	ПК-14
	Умеет рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ	Правильное выполнение заданий № 65-67 к экзамену.	ПК-14
Освоение раздела №5	Знает принципы физического моделирования химико-технологических процессов	Правильные ответы на вопросы 30-32 к экзамену.	ПК-14
	Умеет прогнозировать влияние управляющих параметров на показатели протекания химико-технологических процессов в типовых реакторах	Правильные ответы на вопросы 33-37 к экзамену.	ПК-14
	Владеет навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели	Правильные ответы на вопросы 38-40 к экзамену.	ПК-14
	Владеет основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе	Правильные ответы на вопросы 41-44 к экзамену.	ПК-14
Освоение раздела №6	Знает типовые процессы химической технологии и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Правильные ответы на вопросы 3-10 к экзамену.	ПК-14
	Умеет на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратное оформление	Правильные ответы на вопросы 45-56 к экзамену.	ПК-14

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – пятибалльная шкала.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14:**

1. Управляющие параметры ХТП.
2. Показатели эффективности протекания ХТП.
3. Методы обогащения твёрдого сырья.
4. Методы разделения газов
5. Методы кондиционирования продукции
6. Общие принципы составления материального баланса химического реактора
7. Общие принципы составления теплового баланса химического реактора
8. Изотермический температурный режим.
9. Адиабатический температурный режим.
10. Политермический температурный режим
11. Определение равновесного состава реакционной смеси с использованием программного пакета IVTANtermo.
12. Определение равновесного состава реакционной смеси с использованием программного пакета Matcad.
13. Определение равновесного состава реакционной смеси многомаршрутного процесса с использованием программного пакета Matcad.
14. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.
15. Влияние управляющих параметров на скорость гетерогенно-каталитического процесса.
16. Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению формальной кинетики
17. Определение величины температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению реальной кинетики.
18. Анализ влияния управляющих параметров на изменение области оптимальных температур.
19. Ресурсосбережение в химической технологии.
20. Энергосбережение в химической технологии.
21. Энерготехнологическое комбинирование в химической промышленности.
22. Водоподготовка в химической промышленности.
23. Динамические режимы проведения ХТП
24. Типы технологических связей ХТС
25. Циклическая схема организации ХТС
26. Типы технологических связей ХТС
27. Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
28. Оптимизация работы реактора по экологическим критериям.
29. Оптимизация работы реактора по экономическим критериям
30. Модели идеализированных реакторов.
31. Проточный реактор полного смешения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
32. Проточный реактор полного смешения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
33. Реактор идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
34. Реактор идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
35. Температурная устойчивость химического реактора.
36. Множественность стационарных состояний.
37. Нестационарные режимы работы проточного реактора.

38. Кинетическая модель процесса в области внешней диффузии.
39. Кинетическая модель процесса в области внутренней диффузии.
40. Переходная область протекания ХТП
41. Расчёт кинетических параметров гетерогенного процесса в системе газ-твёрдое.
42. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала в кинетической области
43. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внешнедиффузионной области
44. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внутридиффузионной области
45. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса.
46. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
47. Контактное окисление диоксида серы. Физико-химические основы процесса.
48. Окисление аммиака. Физико-химические основы процесса.
49. Гетерогенный катализ. Основные характеристики твёрдых катализаторов.
50. Производство водорода.
51. Конверсия метана водяным паром. Физико-химические основы процесса.
52. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.
53. ХТП первичной переработки нефти.
54. Деструктивные процессы переработки нефти.
55. Термический и каталитический крекинг нефтепродуктов.
56. Методы защиты атмосферы от оксидов азота.

**в) Задачи для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14**

57. Для процесса синтеза метанола рассчитать значение оптимальной температуры при давлении 300 атм и степени превращения CO 0,2, если:

$E_1 = 109000$  кДж/кмоль;  $k_{01} = 1,26 \cdot 10^7$ ,  $E_2 = 155000$  кДж/кмоль;  $k_{02} = 1,42 \cdot 10^{13}$ .

Кинетическое уравнение окисления [кмоль/(м<sup>3</sup>\*с)]:

$$U = k_1 \cdot P_{H_2} \left( \frac{P_{CO}}{P_{CH_3OH}} \right)^{0,25} - k_2 \cdot \left( \frac{P_{CH_3OH}}{P_{CO}} \right)^{0,25}$$

58. Для процесса паровой конверсии CO рассчитать значение оптимальной температуры при давлении 10 атм и степени превращения CO 0,5, если:

Кинетическое уравнение окисления U, [с-1]:

$$U = K_1 P_{CO} \cdot \left( \frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}} \right)^{0,5} - K_2 P_{CO_2} \cdot \left( \frac{P_{H_2}}{P_{H_2O}} \right)^{0,5}$$

$E = 40000$  кДж/кмоль;  $k_0 = 2,03 \cdot 10^6$ .

$$\lg K_a = \frac{2486}{T} + 1,5651 \lg T - 0,066 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,21 \cdot 10^5}{T^2} - 6,93$$

59. Для процесса окисления диоксида серы рассчитать значение оптимальной температуры при давлении 5 атм и степени превращения диоксида серы 0,8, если:

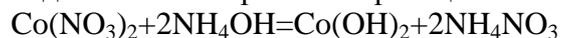
Кинетическое уравнение окисления U, [с-1]:

$$U = k \cdot P_{SO_2} \cdot \left[ 1 - \frac{P_{SO_3}}{K_p \cdot P_{SO_2} \cdot P_{O_2}^{0,5}} \right]$$

$$E_1 = 59900 \text{ кДж/моль}, k_{01} = 0.222$$

$$\lg K_a = 4905/T - 4,6455$$

60. Составить материальный баланс периодического реактора для получения гидроксида кобальта. Уравнение реакции



Нитрат кобальта поступает в реактор в виде водного раствора в количестве  $0,5 \text{ м}^3$ , массовая доля  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  равна  $0,2$ .

Аммиачная вода поступает в реактор в виде водного раствора, массовая доля  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна  $0,25$ ;

Коэффициент избытка аммиачной воды составляет  $1,25$ .

Нитрат кобальта превращается полностью.

61. Составить материальный и тепловой баланс колонны синтеза метанола на часовую производительность по следующим исходным данным:

-Все газы считать идеальными;

-Производительность по метанолу составляет  $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

-Состав конечной смеси (объёмные доли): водород –  $0,70$ , монооксид углерода –  $0,14$ , метанол –  $0,04$ , метан – остальное;

-Состав исходной смеси (объёмные доли): метан –  $0,09$ , остальное – метанол, водород, монооксид углерода

-температурный режим адиабатический;

-Температура на входе в реактор  $260^\circ\text{C}$ ;

-потери теплоты в окружающую среду  $-2\%$  от теплоты, вводимой в колонну синтеза с исходными реагентами.

62. Составить материальный и тепловой баланс конвертора природного газа на часовую по следующим исходным данным:

Все газы считать идеальными;

Расход исходной газовой смеси  $67000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

Соотношение природный газ: водяной пар  $1:3$ ;

Состав природного газ (объёмные доли): Метан –  $0,90$ , остальное – азот;

Степень превращения метана –  $0,93$ .

-температурный режим политермический, компенсируется  $80\%$  теплового эффекта реакции

-Температура на входе в реактор  $900^\circ\text{C}$ ;

-потери теплоты в окружающую среду  $-3\%$  от теплоты, вводимой в конвертор с исходными реагентами.

63 Рассчитать равновесную степень превращения при проведении реакции синтеза метанола при следующих исходных данных:

-зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 3886/T - 8,142 \cdot \lg(T) + 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,27 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 0,014 \cdot 10^5/T^2 + 10,826$$

-состав исходной смеси (мольные доли): монооксид углерода –  $0,2$ , водород –  $0,52$ , метанол –  $0,01$ , остальное – метан.

-температура  $550^\circ\text{C}$ , давление  $30 \text{ МПа}$ .

64. Рассчитать скорость конверсии монооксида углерода водяным паром.

Кинетическое уравнение:

$$U = K_+ \cdot P \cdot (\text{ZCO} - \text{ZCO}_2 \cdot \text{ZH}_2 / (\text{ZH}_2\text{O} \cdot K_p)) \quad (\text{моль CO} / \text{м}^3 \cdot \text{с})$$

Зависимость константы скорости прямой реакции от температуры:

$$K_+ = (9000/22,4) \cdot \exp((40000/8,31) \cdot (1/498 - 1/T))$$

Зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 2485,5/T + 1,565 \cdot \lg(T) - 0,066 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,207 \cdot 10^5/T^2 - 6,946$$

Исходный состав (мольные доли): монооксид углерода  $0,15$ ,

водяной пар 0,5, водород 0,1, диоксид углерода 0,05, остальное – азот.

-Температура 500°C, давление 0,1 МПа, степень превращения СО 0,5.

65. Составить тепловой баланс процесса углекислотной конверсии природного газа в изотермическом температурном режиме с использованием программного пакета IVTANtermo, если:

Расход природного газа на установку 10000000 м<sup>3</sup>/год

Температура в реакторе –900°C

Состав природного газа (мольные доли): метан 0,86, этан 0,04, пропан 0,01, остальное азот

Соотношение природный газ-углекислый газ=1:1

66. Составить тепловой баланс процесса парциального окисления природного газа в изотермическом температурном режиме с использованием программного пакета IVTANtermo, если:

Расход природного газа на установку 5000000 м<sup>3</sup>/год

Температура в реакторе –1000°C

Состав природного газа (мольные доли): метан 0,86, этан 0,04, пропан 0,01, остальное азот

Соотношение природный газ-воздух=3:1

67. Составить тепловой баланс процесса паровой конверсии природного в изотермическом температурном режиме с использованием программного пакета IVTANtermo, если:

Расход природного газа на установку 3000000 м<sup>3</sup>/год

Температура в реакторе –900°C

Состав природного газа (мольные доли): метан 0,86, этан 0,04, пропан 0,01, остальное азот

Соотношение природный газ-водяной пар=1:3

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.