

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 19.12.2024 15:28:25  
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  
«23» мая 2023 г.

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

Направление подготовки

**15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

Направленность программы бакалавриата  
**Автоматизация технологических процессов и производств**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

**Факультет химии веществ и материалов**

**Кафедра общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2023

Б1.О.33

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	9
4.3.2. Лабораторные занятия.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.4.1 Тематика контрольных работ.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение № 1.....	14

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-1</b> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-1.5</b> Формирование описания, состава, структуры, модели химико-технологического процесса при постановке задачи разработки автоматизированной системы управления</p>	<p><b>Знать:</b> основную терминологию химической технологии (ЗН-1); сырьевую и энергетическую базу химической промышленности (ЗН-2); типовые процессы химической технологии (ЗН-3); параметры управления и показатели эффективности химико-технологического процесса (ЗН-4).</p> <p><b>Уметь:</b> определять области протекания химико-технологического процесса (У-1); рассчитывать термодинамические характеристики химико-технологического процесса (У-2); рассчитывать наблюдаемую скорость химико-технологического процесса в кинетической и диффузионной областях по различным кинетическим моделям (У-3)</p> <p><b>Владеть:</b> методами управления состоянием равновесия химико-технологических процессов (Н-1), методами управления наблюдаемой скоростью химико-технологического процесса показателей процесса (Н-2).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-1.6</b>  Обоснование и выбор технологического оборудования химико-технологических процессов перед постановкой задачи разработки автоматизированной системы управления</p>	<p><b>Знать:</b>  принципы построения математических моделей идеализированных реакторов (ЗН-5);  знать методики составления материальных и энергетических балансов реактора и химико-технологической системы в целом (ЗН-6);  современное состояние производства серной кислоты, аммиака и метанола (ЗН-7).</p> <p><b>Уметь:</b>  рассчитывать необходимый объём идеализированного реактора (У-4);  рассчитывать материальные и энергетические балансы реактора и химико-технологической системы в целом (У-5);  рассчитывать технико-экономические характеристики промышленных агрегатов (У-6).</p> <p><b>Владеть:</b>  навыками определения рационального температурного режима работы идеализированного реактора (Н-3);  навыками оптимизации структуры материальных и энергетических потоков по технико-экономическим критериям (Н-4);  навыками построения химико-технологических систем (Н-5).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к **обязательной части**, (Б1.О.33) и изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия», «Основы экологии», «Математика» и «Введение в информационные технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Проектирование систем автоматизации», «Автоматизация технологических процессов и производств», при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>8</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>91</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Контр. работы - 3
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (9)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского о типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	0,5	0,5	–	-	ОПК-1	ОПК-1.5
2.	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	0,5	0,5	–	-	ОПК-1	ОПК-1.5
3.	Системный уровневый метод анализа химико-технологических процессов	0,5	0,5	–	-	ОПК-1	ОПК-1.6
4.	Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов	0,5	1	–	-	ОПК-1	ОПК-1.6
5	Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов	1	1		-	ОПК-1	ОПК-1.6
6	Важнейшие химические производства.	1	0,5		91	ОПК-1	ОПК-1.6

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, acad. Часы	Инновационная 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.	0,5	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
	Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.		
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>	0,5	Компьютерная презентация
3	<p><u>Системный уровневый метод анализа химико-технологических процессов</u> 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>	0,5	Компьютерная презентация
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</p>	0,5	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
	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.		
5	<u>Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов</u> 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. Внутريدиффузионная 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 соевой структуры и микроканальные каталитические системы.	1	Компьютерная презентация
6	<u>Важнейшие химические производства</u> 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	1	Компьютерная презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
	удобрений. Производство алюминия. Экологические аспекты современных химических производств и функционирования топливно-энергетического комплекса. Водородная энергетика.		

### 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	0,25	-
2	Расчёт материального и теплового баланса при проведении многомаршрутного процесса	0,25	-
3	Расчёт энергозатрат для реакторов с различным температурным режимом	0,25	-
4	Расчёт равновесного состава реакционной смеси в известном диапазоне изменения управляющих параметров	0,25	Компьютерная симуляция
4	Расчёт кинетических параметров процесса на основании экспериментальных данных	0,5	-
4	Расчёт области оптимальных температур экзотермического процесса для различных условий его проведения	0,25	-
5	Расчёт времени полного превращения твёрдого материала для гетерогенного процесса, протекающего во внешнедиффузионной области	0,25	-
5	Расчёт производительности адиабатического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	1	Работа в команде, групповая дискуссия
6	Расчёт многополочного реактора с промежуточным теплообменом	0,5	Работа в команде
6	Энерго-технологическое комбинирование в химической технологии	0,5	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

В рамках учебного плана ООП лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	Технологии производства азотной кислоты	41	Письменный опрос №5
6	Технологии производства синтетических моторных топлив	50	Письменный опрос №5

##### 4.4.1 Тематика контрольных работ

Контрольные работы (Кр) предусмотрены по каждой теме занятий семинарского типа.

Задание по каждой контрольной работе включает в себя задачу и вопросы, обусловленные ее постановкой.

#### 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. Рассчитать наблюдаемую скорость химико-технологического процесса по известному кинетическому уравнению при фиксированном значении управляющих параметров

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Общая химическая технология : учебник для химико-технологических спец. вузов : В 2-х частях / Под ред. И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2009. – Ч 1 : Теоретические основы химической технологии. – 256 с. – ISBN 978-5-903034-78-9.
2. Общая химическая технология : учебник для химико-технологических спец. вузов : В 2-х частях / Под ред. И.П. Мухленова. – 5-е изд., стер. – Москва : Альянс, 2009. – Ч 2 : Важнейшие химические производства. – 263 с. – ISBN 978-5-903034-79-6.
3. Власов, Е.А. Общая химическая технология : учебное пособие / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева ; Под ред. Е.А. Власова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2009. – 140 с.
4. Управление химико-технологическим процессом. Расчеты термодинамических и кинетических показателей : Учебное пособие / А. Ю. Постнов, О. А. Черемисина, С. А. Лаврищева, Ю. В. Александрова ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра общей химической технологии и катализа. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. - 42 с. : ил.

### **б) электронные учебные издания:**

5. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : Учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиدي, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов ; Под редакцией Х. Э. Харлампиди. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-9158-2 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.11.2021). - Режим доступа: по подписке.
6. 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. (ЭБС «Лань»)
7. Постнов, А.Ю. Технологическая игра: энерготехнологическое комбинирование на примере мобильной установки получения синтез-газа: учебное пособие / А. Ю. Постнов, О.А. Черемисина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019 – 43 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.10.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

1. СПбГТИ : информационно-образовательный сегмент ЕИС "Электронный Университет" : сайт. – Санкт-Петербург, 2011. – . – URL: <http://media.technolog.edu.ru> (дата обращения: 01.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Электронно-библиотечные системы:

1. СПБГТИ : электронно-библиотечная система : сайт. – Санкт-Петербург, 2011. – . – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.12.2021). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Лань : электронно-библиотечная система : сайт. – Санкт-Петербург, 2011 – . – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

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

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

1. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования : СТП СПБГТИ 040-02 / СПБГТИ(ТУ). - Взамен СТП ЛТИ 040-86 ; Введ. с 01.07.2002. - СПб. : [б. и.], 2002. - 7.00 с. - (Стандарт предприятия) (Комплексная система управления качеством деятельности вуза). –
2. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению : СТО СПБГТИ(ТУ) 018-2014 / СПБГТИ(ТУ). - Взамен СТП СПБГТИ 018-02. - СПб. : [б. и.], 2014. - 16 с. - (Стандарт организации) (Комплексная система управления качеством деятельности вуза). –
3. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению : СТП СПБГТИ 048-2009 / СПБГТИ(ТУ). - Взамен СТП СПБГТИ 048-2003 ; Введ. с 01.01.2010. - СПб. : [б. и.], 2009. - 6 с. - (Стандарт предприятия) (Комплексная система управления качеством деятельности вуза). –
4. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов : СТО СПБГТИ(ТУ) 016-2015 / СПБГТИ(ТУ). – Электрон. текстовые дан. – Взамен СТП СПБГТИ 016-99 ; Введ. с 01.06.2015. – СПб. : [б. и.], 2015. – 45 с. : ил. – (Стандарт организации) (Комплексная система управления качеством деятельности вуза). –

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 знания 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 с использованием виртуальной среды обучения LMS Moodle и ЭИОС.

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

Пакеты прикладных программ стандартного набора (Microsoft Office, Libre Office, OpenOffice, MathCAD).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

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 Инжинирингового Центра и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры (аудитории 205, 209, 210) 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 28.08.2014.

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

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-1.5</b> Формирование описания, состава, структуры, модели химико-технологического процесса при постановке задачи разработки автоматизированной системы управления	<b>Знает</b> основную терминологию химической технологии (ЗН-1)	Ответы на вопросы №3-10,23,24,50-55,72,78,85	Перечисляет наиболее употребляемые термины химической технологии	Раскрывает значение наиболее употребляемых терминов химической технологии	Устанавливает взаимосвязь основных понятий химической технологии
	<b>Знает</b> сырьевую и энергетическую базу химической промышленности (ЗН-2)	Ответы на вопросы №114,115,117,120,126	Перечисляет основные сырьевые и энергетические ресурсы химической промышленности	Соотносит сырьевые и энергетические ресурсы с выпускаемой продукцией	Имеет представление о тенденциях в изменении сырьевой и энергетической базы химической промышленности
	<b>Знает</b> типовые процессы химической технологии (ЗН-3)	Ответы на вопросы №116-130	Перечисляет основные крупнотоннажные химико-технологические производства	Рассказывает об условиях реализации основных химико-технологических производств	Имеет представление о тенденциях в развитии основных крупнотоннажных химико-технологических производств
	<b>Знает</b> параметры управления и показатели эффективности химико-технологического процесса (ЗН-4)	Ответы на вопросы №11-18,45,94,106	Перечисляет основные параметры управления и показатели эффективности химико-технологического процесса.	Записывает формулы расчёта показателей эффективности химико-технологического процесса.	Рассказывает о взаимосвязи параметров управления и показателей эффективности химико-

					технологического процесса.
<b>Умеет</b> определять области протекания химико-технологического процесса (У-1)	Ответы на вопросы №25-34	По характеру изменения скорости процесса определяет область протекания химико-технологического процесса	Объясняет выбор методологии определения области протекания химико-технологического процесса	Анализирует тенденции в изменении области протекания химико-технологического процесса	
<b>Умеет</b> рассчитывать термодинамические характеристики химико-технологического процесса (У-2)	Ответы на вопросы №1,2,27-34	Рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для единичной реакции при заданных значениях управляющих параметров	Рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для единичной реакции в широком диапазоне значений управляющих параметров	Рассчитывает равновесный состав реакционной смеси для многомаршрутного процесса в широком диапазоне значений управляющих параметров	
<b>Умеет</b> рассчитывать наблюдаемую скорость химико-технологического процесса в кинетической и диффузионной областях по различным кинетическим моделям (У-3)	Ответы на вопросы №117-130	Рассчитывает наблюдаемую скорость процесса, но допускает незначительные ошибки.	Без ошибок рассчитывает наблюдаемую скорость процесса. Показывает закономерности изменения кинетических характеристик химико-технологического процесса	Рассчитывает величину дифференциальной селективности при реализации многомаршрутного процесса. Демонстрирует способность выбора рациональных характеристик химико-технологического процесса	



	<b>Владеет</b> методами управления состоянием равновесия химико-технологических процессов (Н-1)	Ответы на вопросы №56-70	Решает задачу поиска равновесного состава реакционной смеси при фиксированном значении управляющих параметров	Решает задачу поиска равновесного состава реакционной смеси в заданном диапазоне изменений управляющих параметров	Обосновывает рекомендуемый диапазон изменения управляющих параметров
	<b>Владеет</b> методами управления наблюдаемой скоростью химико-технологического процесса показателей процесса (Н-2)	Ответы на вопросы №35-44,48,49,88-92	Анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса	Анализирует влияние управляющих параметров на величину дифференциальной селективности при реализации многомаршрутного процесса
<b>ОПК-1.6</b> Обоснование и выбор технологического оборудования химико-технологических процессов перед постановкой задачи разработки автоматизированной системы управления	<b>Знает</b> принципы построения математических моделей идеализированных реакторов (ЗН-5)	Ответы на вопросы №71-87	Перечисляет положения, лежащие в основе моделей идеализированных реакторов	Записывает формулы для расчёта объёма идеализированных реакторов	Записывает системы уравнений, лежащих в основе моделирования работы идеализированных реакторов в различных температурных режимах
	<b>Знает</b> знать методики составления материальных и энергетических балансов реактора и химико-технологической системы в целом (ЗН-6)	Ответы на вопросы №27-34	Формулирует законы, лежащие в основе составления материальных и энергетических балансов	Записывает формулы для расчёта материальных и энергетических потоков, состава смесей, производительности, расходных	<b>Знает</b> методики составления материальных и энергетических балансов реактора и химико-технологической системы в целом;

				коэффициентов	
<b>Знает</b> современное состояние производства серной кислоты, аммиака и метанола (ЗН-7)	Ответы на вопросы №19-22	Перечисляет положения, лежащие в основе моделей идеализированных реакторов	Записывает формулы для расчёта объёма идеализированных реакторов	Записывает системы уравнений, лежащих в основе моделирования работы идеализированных реакторов в различных температурных режимах	
<b>Умеет</b> рассчитывать необходимый объём идеализированного реактора (У-4)	Ответы на вопросы №129-132	Показывает закономерности изменения объёма идеализированного реактора в различных условиях при проведении необратимой модельной реакции	Показывает закономерности изменения объёма идеализированного реактора в различных условиях при проведении обратимой модельной реакции	Показывает закономерности изменения объёма идеализированного реактора в различных условиях при использовании реальных кинетических уравнений	
<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и энергетические балансы реактора и химико-технологической системы в целом (У-5)	Ответы на вопросы №35-47	Рассчитывает материальные и энергетические потоки, но совершает незначительные ошибки	Составляет материальный и энергетический баланс реактора	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и энергетические балансы реактора и химико-технологической системы в целом ;	
<b>Умеет</b> рассчитывать технико-экономические характеристики промышленных агрегатов (У-6)	Ответы на вопросы №71-87,93-113	Рассчитывает технико-экономические характеристики промышленных агрегатов, но	Правильно определяет технико-экономические характеристики промышленных агрегатов	Прогнозирует закономерности в изменении технико-экономических показателей промышленных	

			допускает ошибки		агрегатов
	<b>Владеет</b> навыками определения рационального температурного режима работы идеализированного реактора (Н-3)	Ответы на вопросы №129-134	Рассчитывает объём идеализированного реактора в термодинамических приближениях	Уточняет габариты реактора с учётом законов реальной кинетики	Оптимизирует габариты реактора по технико-экономическим критериям
	<b>Владеет</b> навыками оптимизации структуры материальных и энергетических потоков по технико-экономическим критериям (Н-4)	Ответы на вопросы №129-134	Выполняет процедуру определения управляющих технологических параметров, обеспечивающих заданную производительность реактора	Выполняет процедуру определения рационального температурного режима работы реактора	<b>Владеет</b> навыками оптимизации структуры материальных и энергетических потоков по технико-экономическим критериям.
	<b>Владеет</b> навыками построения химико-технологических систем (Н-5)	Ответы на вопросы №117-130	Демонстрирует преимущества и недостатки химико-технологических систем различной архитектуры	Показывает способность построения химико-технологических систем с применением модульного принципа	Составляет схемы промышленных агрегатов

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ).

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

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

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-1:**

1. Закон сохранения массы вещества
2. Закон сохранения энергии
3. Определение «Практический расходный коэффициент».
4. Как рассчитать тепловой эффект реакции?
5. Как рассчитать удельный тепловой эффект реакции по компоненту?
6. Определение «Интенсивность работы реактора»
7. Определение «Интегральная селективность».
8. Определение «Выход продукта».
9. Определение «Теоретический расходный коэффициент».
10. Определение «Степень превращения вещества»
11. Микрокинетические управляющие параметры химико-технологического процесса
12. Макрокинетические управляющие параметры химико-технологического процесса
13. Как изменяется температура в реакторе при проведении экзотермической обратимой реакции в адиабатическом температурном режиме?
14. Как изменяется температура в реакторе при проведении эндотермической обратимой реакции в адиабатическом температурном режиме
15. Как изменяется температура в реакторе при проведении эндотермической обратимой реакции в политермическом температурном режиме
16. Как изменяется температура в реакторе при проведении эндотермической обратимой реакции в изотермическом температурном режиме
17. Как изменяется температура в реакторе при проведении экзотермической обратимой реакции в политермическом температурном режиме
18. Как изменяется температура в реакторе при проведении экзотермической обратимой реакции в изотермическом температурном режиме
19. Написать уравнение для расчёта мольной доли компонента, если известна начальная мольная доля компонента и степень превращения ключевого компонента
20. Как рассчитать практический расходный коэффициент по сырью, если известен теоретический расходный коэффициент по ключевому компоненту, мольная доля ключевого компонента в сырье и его степень превращения
21. Как рассчитать производительность по ключевому компоненту, если известно начальное количество ключевого компонента и его степень превращения
22. При известных значениях величин материальных и энергетических потоков определить необходимость изменения температурного режима работы реактора для обеспечения требуемого температурного диапазона его функционирования
23. Определение «Нестационарное состояние»
24. Определение «Стационарное состояние»
25. Основные положения идеализированной модели идеального вытеснения
26. Основные положения идеализированной модели полного смешения
27. Уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения
28. Уравнение материального баланса реактора полного смешения
29. Уравнение теплового баланса реактора идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме
30. Уравнение теплового баланса реактора полного смешения в изотермическом температурном режиме
31. Уравнение теплового баланса реактора идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме
32. Уравнение теплового баланса реактора полного смешения в адиабатическом температурном режиме
33. Уравнение теплового баланса реактора идеального вытеснения в политермическом температурном режиме

34. Уравнение теплового баланса реактора полного смешения в политермическом температурном режиме
35. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей с уменьшением объёма газообразных реагентов
36. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов
37. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей без изменения объёма газообразных реагентов
38. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для эндотермической обратимой реакции, идущей с уменьшением объёма газообразных реагентов
39. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для эндотермической обратимой реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов
40. Как изменяется равновесная температура при увеличении давления для эндотермической обратимой реакции, идущей без изменения объёма газообразных реагентов
41. Как изменяется равновесная температура по мере протекания экзотермической обратимой реакции?
42. Как изменяется термодинамическая константа равновесия при увеличении температуры для экзотермической реакции?
43. Как изменяется термодинамическая константа равновесия при увеличении температуры для эндотермической реакции?
44. Как рассчитать величину равновесной температуры?
45. От каких управляющих параметров зависит термодинамическая константа равновесия
46. Уравнение закона Гесса
47. Уравнение изобары Вант-Гоффа
48. Используя известные термодинамические характеристики реакции рассчитать величину термодинамической константы равновесия для заданной температуры
49. Рассчитать равновесный состав реакционной смеси при известных значениях температуры, давления и исходного состава реакционной смеси
50. Определение «Энергия активации».
51. Определение «Лимитирующая стадия процесса»
52. Определение «Катализатор».
53. Определение «Скорость химической реакции».
54. Физический смысл предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса
55. Уравнение Аррениуса
56. Уравнение первого закона Фика.
57. Как зависит скорость процесса от температуры в кинетической области?
58. Как зависит скорость процесса от температуры в переходной области?
59. Как зависит скорость процесса от температуры в диффузионной области?
60. Как влияет размер обрабатываемого твёрдого материала на скорость гетерогенного процесса в кинетической области?
61. Как влияет размер обрабатываемого твёрдого материала на скорость гетерогенного процесса во внешнедиффузионной области?
62. Как влияет размер обрабатываемого твёрдого материала на скорость гетерогенного процесса во внутридиффузионной области?
63. Области протекания процесса в системе «газ-твёрдое»

64. Области протекания процесса в системе «газ-жидкость»
65. Области протекания процесса в системе «жидкость-твёрдое»
66. Области протекания гетерогенно-каталитического процесса
67. По известной зависимости скорости химико-технологического процесса от температуры определить область протекания химико-технологического процесса
68. По характеру изменения скорости химико-технологического процесса от размера гранул катализатора определить область протекания химико-технологического процесса
69. По характеру изменения скорости химико-технологического процесса от расхода реакционной определить область протекания химико-технологического процесса
70. Для известного процесса предложить технологические приёмы, обеспечивающие приближение к кинетической области для процессов, протекающих в диффузионной области
71. Как изменяется оптимальная температура по мере протекания обратимой экзотермической обратимой реакции?
72. Определение «Оптимальная температура процесса»
73. Как изменяется скорость обратимой реакции по мере её протекания?
74. Как изменяется оптимальная температура по мере протекания обратимой экзотермической обратимой реакции
75. Как изменяется оптимальная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей с уменьшением объёма газообразных реагентов
76. Как изменяется оптимальная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов
77. Как изменяется оптимальная температура при увеличении давления для экзотермической обратимой реакции, идущей без изменения объёма газообразных реагентов
78. Определение «Дифференциальная селективность».
79. Как изменяется скорость необратимой бимолекулярной реакции второго порядка при увеличении начальной мольной доли ключевого компонента
80. Как изменяется скорость необратимой мономолекулярной реакции первого порядка при увеличении начальной мольной доли исходного реагента
81. Как изменяется скорость обратимой реакции по мере её протекания
82. Как изменяется скорость необратимой реакции по мере её протекания
83. Уравнение скорости необратимой реакции
84. Как рассчитать величину оптимальной температуры процесса?
85. Определение «Дифференциальная селективность».
86. По известным экспериментальным данным определить энергию активации, предэкспоненциальный множитель и порядок реакции
87. По результатам анализа кинетических характеристик предложить перечень управляющих параметров процесса, обеспечивающих достижение заданных показателей эффективности его протекания
88. Влияние температуры на равновесие эндотермической обратимой реакции
89. Влияние температуры на равновесие экзотермической обратимой реакции
90. Влияние давления на равновесие обратимой реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов
91. Влияние давления на равновесие обратимой реакции, идущей с уменьшением объёма газообразных реагентов
92. Влияние давления на равновесие обратимой реакции, идущей без изменения объёма газообразных реагентов

93. Для известного химико-технологического процесса рассчитать предельную температуру, при которой может быть достигнута требуемая производительность по продукту при известном давлении, расходе реакционной смеси и исходном составе.
94. Параметры управления химико-технологическим процессом, определяющие величину скорости в кинетической области
95. Влияние температуры на скорость обратимой экзотермической реакции.
96. Влияние температуры на скорость необратимой экзотермической реакции
97. Влияние температуры на скорость необратимой эндотермической реакции
98. Влияние температуры на скорость обратимой эндотермической реакции.
99. Влияние давления на скорость обратимой реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов
100. Влияние давления на скорость обратимой реакции, идущей с уменьшением объёма газообразных реагентов
101. Влияние температуры на величину дифференциальной селективности при проведении параллельных реакций
102. Влияние мольной доли ключевого компонента на величину дифференциальной селективности при проведении параллельных реакций
103. Влияние давления на скорость обратимой реакции, идущей без изменения объёма газообразных реагентов
104. Рассчитать наблюдаемую скорость химико-технологического процесса по известному кинетическому уравнению при фиксированном значении управляющих параметров
105. Предложить и расчетным путём подтвердить рациональный диапазон изменения температуры, в котором обеспечивается необходимое увеличение скорости процесса
106. Параметры управления химико-технологическим процессом, определяющие величину скорости в диффузионной области
107. Какое значение имеет порядок реакции по компоненту в диффузионной области?
108. Как перевести процесс из внешнедиффузионной области в кинетическую?
109. Как перевести процесс из внутридиффузионной области в кинетическую?
110. Для известного гетерогенного процесса в системе «газ-твёрдое» рассчитать значение скорости процесса, протекающего в диффузионной области
111. Предложить и расчетным путём подтвердить рациональный диапазон изменения расхода газа и размера обрабатываемых твёрдых частиц, в котором обеспечивается необходимое увеличение скорости процесса
112. Для известного химико-технологического процесса рассчитать необходимый объём идеализированного реактора
113. Для известного химико-технологического процесса установить рациональный температурный режим работы реактора
114. Сырьевая база химической промышленности.
115. Энергетическая база химической промышленности
116. Стадии производства серной кислоты контактным способом
117. Сырьё для производства серной кислоты
118. Технологические параметры контактного окисления диоксида серы
119. Катализаторы окисления диоксида серы
120. Сырьё для производства аммиака
121. Стадии производства аммиака
122. Технологические параметры конверсии природного газа в производстве аммиака
123. Технологические параметры конверсии CO
124. Технологические параметры синтеза аммиака
125. Катализаторы синтеза аммиака
126. Сырьё для производства метанола
127. Стадии производства метанола

128. Технологические параметры конверсии природного газа в производстве метанола
129. Технологические параметры синтеза метанола
130. Катализаторы синтеза метанола
131. При известных показателях функционирования рассчитать приведённую себестоимость продукции
132. Для известного химико-технологического процесса показать преимущество секционирования рабочей зоны с промежуточным теплообменом
133. Для известного химико-технологического процесса показать преимущество секционирования рабочей зоны с промежуточным вводом байпаса
134. Для известного химико-технологического процесса показать преимущество применения циклической схемы производства

При сдаче экзамена обучающийся получает пять вопросов из банка вопросов (время на выполнение 10 минут) и расчётно-аналитическую задачу из перечня задач (время на выполнение 35 минут). Экзамен проводится в компьютерном классе с использованием виртуальной среды обучения LMS Moodle.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.