

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 10.11.2023 10:11:40  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**

Врио проректора по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

« 24 » мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Общая химическая технология**

Специальность

**18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий**

Специализация

**«Технология энергонасыщенных материалов и изделий»**

Квалификация

**Инженер**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет химии веществ и материалов**

**Кафедра общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		доцент Постнов А.Ю.

Рабочая программа дисциплины «Общая химическая технология» обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа  
протокол от «13» мая 2021 № 9  
Заведующий кафедрой

А.Ю.Постнов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета Химии веществ и материалов  
протокол от «20» мая 2021 №8

Председатель

С.Г.Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки		Т.В.Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## 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. Формирование индикаторов достижения компетенций .....	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.4.2. Лабораторные занятия.....	08
4.5. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11

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 специалитета 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-2</b> Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов</p>	<p><b>ОПК-2.6</b> Принципы и методы организации современного крупнотоннажного химико-технологического производства</p>	<p><b>Знать:</b> -основную терминологию химической технологии; -сырьевую и энергетическую базу химической промышленности; -типовые процессы химической технологии; -параметры управления химическим реактором и химико-технологической системы в целом. <b>Уметь:</b> -оценивать перспективность использования сырьевых и энергетических ресурсов по экономическим и экологическим критериям; -проектировать структуру химико-технологического производства. <b>Владеть:</b> -методами расчета и анализа процессов в химических технологии, -методами определения технологических показателей процесса.</p>
	<p><b>ОПК-2.7</b> Оценка эффективности технологического процесса, выбор критериев эффективности</p>	<p><b>Знать:</b> -области протекания химико-технологического процесса; -критерии выбора управляющих параметров химико-технологического процесса; -показатели эффективности функционирования химического реактора и химико-технологической системы в целом. <b>Уметь:</b> -идентифицировать область протекания химико-технологического процесса;</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<p>- изменять значения термодинамических характеристик в требуемом направлении;</p> <p>-рассчитывать скорость процесса в кинетической и диффузионной областях</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>-методами определения оптимальных и рациональных диапазонов изменения управляющих параметров оборудования.</p>
	<p><b>ОПК-2.8</b></p> <p>Выявление общих закономерности химических процессов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>-основные принципы составления математических моделей идеализированных реакторов;</p> <p>-методики составления материальных и энергетических балансов реактора и химико-технологической системы в целом;</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>-рассчитывать необходимый объём идеализированного реактора;</p> <p>-уметь рассчитывать материальные и энергетические балансы реактора и химико-технологической системы в целом;</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>-методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> <p>-методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса.</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
	<p><b>ОПК-2.9</b>            Обоснование и выбор технологического оборудования для решения профессиональных задач</p>	<p><b>Знать:</b>            -современное состояние крупнотоннажных химических производств;</p> <p><b>Уметь:</b>            -выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса;            -рассчитывать технико-экономические характеристики промышленных агрегатов;</p> <p><b>Владеть:</b>            -навыками построения химико-технологических систем.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.18) и изучается на 3 курсе в шестом семестре и на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Математика», «Физическая химия» и «Процессы и аппараты химической технологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Методы проектирования оборудования производств энергонасыщенных материалов», «Системы управления химико-технологическими процессами», дисциплин части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>8/ 288</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>170</b>
занятия лекционного типа	54
занятия семинарского типа, в т.ч.	90
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	54
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>91</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	<b>Экзамен/27, Зачет, КР</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	2	2		3	ОПК-2	ОПК 2.6
2.	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	2	2		4	ОПК-2	ОПК 2.6
3	Материальные и тепловые расчёты	2	18		14	ОПК-2	ОПК 2.8
4.	Равновесие химико-технологических процессов	4		6	10	ОПК-2	ОПК 2.7
5.	Скорость химико-технологических процессов	4		12	10	ОПК-2	ОПК 2.7
6	Модели идеализированных реакторов	16		14	20	ОПК-2	ОПК 2.8
7	Гетерогенные процессы химической технологии	6	12		10	ОПК-2	ОПК 2.7 ОПК 2.9
8	Важнейшие химические производства.	14	2	18	16	ОПК-2	ОПК 2.6 ОПК 2.8 ОПК 2.9
9	Экологические аспекты химической технологии	4		4	4	ОПК-2	ОПК 2.9



#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Сырьевая и энергетическая база химической промышленности</u></p> <p>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.</p>	2	ЛВ
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.</p>	2	ЛВ
3	<p><u>Материальные и тепловые расчёты</u></p> <p>Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при производстве химических продуктов. Принципы составления материальных и энергетических балансов химического реактора и ХТП в целом.</p>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	<p><u>Равновесие химико-технологических процессов</u> 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.</p>	4	ЛВ
5	<p><u>Скорость химико-технологических процессов</u> Понятие о лимитирующей стадии ХТП. Методы и технология определения лимитирующей стадии процесса 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>	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
6	<p><u>Модели идеализированных реакторов</u></p> <p>Уравнение материального баланса химического реактора. Уравнение теплового баланса химического реактора. Модели проточного реактора полного смешения и реактора идеального вытеснения в изотермическом, адиабатическом и политермическом температурных режимах. Допущения, положенные в основу моделей. Решение задач проектирования и моделирования. Температурная устойчивость реактора. Техничко-экономическое обоснование выбора модели реактора. Условия применения моделей. Модель реактора полного смешения периодического действия. Постановка задачи оптимизации режимов работы реактора. Критерии оптимальности. Практическая значимость результатов оптимизации. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленном реакторе. Методы приближения к оптимальному температурному режиму в единичном реакторе. Секционирование реакционных зон. Многосекционные реакторы идеального вытеснения с промежуточным теплообменом. Управление температурным режимом многосекционного реактора идеального вытеснения с использованием байпасных потоков. Каскад реакторов полного смешения. Методики расчёта количества реакторов и конечного состава реакционной смеси.</p>	16	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
7	<p><u>Гетерогенные процессы химической технологии</u></p> <p>Основные стадии протекания ХТП. Понятия о лимитирующих стадиях. 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. Гетерогенные процессы в системах «Газ-твёрдое», «Газ-жидкость» и «Жидкость –твёрдое».</p>	6	Компьютерная презентация
8	<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>	14	Компьютерная презентация
9	<p><u>Экологические аспекты химической технологии</u></p> <p>Очистка промышленных газовых выбросов и жидких стоков; традиционные и современные передовые технологии: транспорт; водородная, атомная и теплоэнергетики; химическое, нефтехимическое и нефтеперерабатывающее производства.</p>	4	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
		всего		
1	Расчёт теоретических расходных коэффициентов по сырью и энергии	2		
2	Расчёт показателей эффективности протекания химико-технологического процесса	2		ПТ
3	Расчёт материальных и тепловых балансов химического реактора с различными температурными режимами при проведении единичных и сопряжённых реакций	18		ПТ, Технологическая игра
7	Расчёт времени полного превращения твёрдого материала для гетерогенного процесса, в системе «газ-твёрдое» для различных областей протекания	6		ПТ
7	Сравнение показателей функционирования пенного и насадочного абсорбера	6		ПТ
8	Современные химико-технологические схемы производства аммиака	2		ПТ

### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	Исследование влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси при проведении единичной реакции и сопряженных реакций. Определение диапазонов изменения управляющих параметров, обеспечивающих заданную производительность.	6	КтСм
5	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов формальной кинетики	4	КтСм
5	Определение кинетических параметров процесса на основании экспериментальных данных	2	КтСм
5	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов реальной кинетики	6	КтСм
6	Исследование влияния управляющих параметров на производительность изотермического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	6	КтСм
6	Исследование влияния температуры на входе в реактор на производительность адиабатического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	6	КтСм
6	Оптимизация режимов работы реактора по технико-экономическим критериям	2	КтСм
8	Моделирование режимов управления каталитическим реактором с применением различных катализаторов	8	КтСм
8	Моделирование режимов работы многосекционного каталитического реактора с промежуточным теплообменом и вводом байпаса	10	КтСм
9	Оптимизация работы реактора по экологическим критериям	4	КтСм

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Сырьевая база конкретного химико-технологического производства	3	Тестирование в СДО moodle
2	Расчёт показателей эффективности протекания конкретного химико-технологического процесса	4	Проверка решения
3	Самостоятельный расчёт материальных и тепловых балансов химического реактора по исходным данным технологических регламентов	14	Проверка решения
4	Обоснование полученных расчётных данных моделированию влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава и сравнение с известной литературной информации. Подготовка отчётов по лабораторным работам	10	Защита лабораторных работ
5	Анализ результатов моделирования влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов формальной кинетики. Подготовка отчётов по лабораторным работам	4	Защита лабораторных работ
5	Обработка экспериментальных результатов. Подготовка отчётов по лабораторным работам	2	Защита лабораторных работ
5	Анализ результатов моделирования влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов реальной кинетики. Подготовка отчётов по лабораторным работам	4	Защита лабораторных работ
6	Анализ результатов моделирования влияния управляющих параметров на производительность изотермического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения. Подготовка отчётов по лабораторным работам.	8	Защита лабораторных работ
6	Анализ результатов моделирования влияния температуры на входе в реактор на производительность адиабатического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения. Подготовка отчётов по лабораторным работам.	6	Защита лабораторных работ
6	Подготовка к групповой дискуссии по результатам оптимизация режимов работы реактора по технико-экономическим критериям	6	Оценка участия в дискуссии
7	Методы исследования кинетических параметров в процессах «газ-твёрдое»	5	Тестирование в СДО moodle

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Абсорбция в пенном режиме	5	Тестирование в СДО moodle
8	Производство азотной кислоты	8	Тестирование в СДО moodle
8	Производство алюминия	8	Тестирование в СДО moodle
9	Водородная энергетика	4	Тестирование в СДО moodle

### 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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена (6 семестр), зачёта и защиты курсовой работы (7 семестр).

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретические задания (для проверки знаний) и расчётно-аналитические задания (для проверки умений и навыков).

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.

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант № 1

1. Определение «Лимитирующая стадия процесса»
2. Как изменяется равновесная степень превращения ключевого компонента при увеличении давления для реакции, идущей с увеличением объёма газообразных реагентов?
3. Как изменяется скорость обратимой реакции по мере её протекания?
4. Как изменяется температура в реакторе при проведении эндотермической обратимой реакции в политермическом температурном режиме?
5. Какие катализаторы используются для процесса паровой конверсии природного газа?



Пример расчётно-аналитического задания на экзамене:

Вариант № 1

Выбрать температурный режим работы реактора, обеспечивающий заданную производительность по целевому продукту при проведении процесса паровой конверсии природного газа в трубчатом реакторе на катализаторе ГИАП-18 при известных значениях управляющих параметров. Проанализировать изменение показателей эффективности протекания процесса в случае изменения давления в реакторе.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и, вопрос, направленный на проверку умений и навыков.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример вариант вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Физико-химические основы процесса паровой конверсии природного газа
2. Методы защиты атмосферы от оксидов азота.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачёт».

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

### а) печатные издания:

1. 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.
2. 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.
3. 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) электронные учебные издания:

4. 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. Харлампиدي. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 381 с. (ЭБС «Лань»)
5. 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. Харлампиدي. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 448 с. (ЭБС «Лань»)
6. Постнов А.Ю.Технологическая игра: энерготехнологическое комбинирование на примере мобильной установки получения синтез-газа: учебное пособие /А. Ю. Постнов, О.А. Черемисина; СПбГТИ(ТУ). Каф. общ. хим. технологии и катализа. - Электрон. текстовые дан. - СПб.:, 2019-43 с. (ЭБ)
7. Ковалев, В. Н. Гетерогенные процессы химической технологии : Скорость химической реакции. Кинетические уравнения. Эмпирические корреляции, формальные модели: Учебное пособие / В. Н. Ковалев, А. Ю. Постнов. - СПб. : [б. и.], 1997. - 35 с.
8. Материальные и тепловые расчеты в химической технологии : Учебное пособие / А. Ю. Постнов, О. А. Черемисина, Ю. В. Александрова, С. А. Лаврищева ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра общей химической технологии и катализа. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2020. - 30 с. : ил. - // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 16.10.2020).
9. 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. - // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 16.10.2020)

## 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **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.

СТО СПбГТИ (ТУ) 044 – 2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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

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

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 приходиться, 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.

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

Пакеты прикладных программ стандартного набора (Libre Office, MathCAD);

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

База данных REAXYS . [www.reaxys.com](http://www.reaxys.com)

## **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-2	<b>Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов</b>	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-2.6</b> Принципы и методы организации современного крупнотоннажного химико-технологического производства	<b>Знает</b> основную терминологию химической технологии	Вопросы к экзамену №1-50, вопросы к зачёту №1-32, выполнение курсовой работы.	Незначительно путается в основной терминологии	Безошибочно использует терминологию	Устанавливает взаимосвязь между терминами химической технологии
	<b>Знает</b> сырьевую и энергетическую базу химической промышленности	Вопросы к экзамену №17,18, вопросы к зачёту №12,17, выполнение курсовой работы.	Перечисляет основные источники сырья и энергии для важнейших химических производств	Рассказывает о методах подготовки сырья для дальнейшего использования	Перечисляет методы энерго- и ресурсосбережения в химической промышленности
	<b>Знает</b> типовые процессы химической технологии	Вопрос к экзамену №16, Вопросы к зачёту №1-5, выполнение курсовой работы.	Перечисляет основные химические производства	Перечисляет основные этапы получения важнейших химических продуктов	Имеет представления о последних достижениях в химической технологии
	<b>Знает</b> параметры управления химическим реактором и химико-технологической системы в целом.	Вопросы к экзамену №14,15, вопрос к зачёту №6, выполнение курсовой работы.	Перечисляет основные параметры управления реактором и ХТС в целом	Соотносит параметры управления и области протекания химико-технологического процесса	Имеет представление о характере изменения управляющих параметров в зависимости от изменения условий проведения процесса

	<b>Умеет</b> оценивать перспективность использования сырьевых и энергетических ресурсов по экономическим и экологическим критериям	Вопросы к экзамену №17,18, вопросы к зачёту №12,17, выполнение курсовой работы.	Совершает незначительные ошибки при расчёте расходных коэффициентов по сырью и энергии	Рассчитывает расходные коэффициенты по сырью и энергии	Способен предложить технические решения по снижению расходных коэффициентов
	<b>Умеет</b> проектировать структуру химико-технологического производства.	Вопросы к экзамену №14-16, выполнение курсовой работы.	Составляет примерную технологическую схему производства, но допускает ошибки	Составляет примерную технологическую схему производства	Составляет детализированную технологическую схему производства
	<b>Владеет</b> методами расчета и анализа процессов в химических технологии	Вопросы к экзамену №3-11, выполнение курсовой работы.	Выполняет расчёт химического реактора	Выполняет анализ результатов функционирования реактора	Выполняет оптимизацию режимов работы реактора
	<b>Владеет</b> методами определения технологических показателей процесса.	Вопросы к экзамену №24-28, выполнение курсовой работы.	Выполняет расчёт химико-технологической системы	Выполняет анализ результатов функционирования химико-технологической системы	Выполняет оптимизацию режимов работы химико-технологической системы
<b>ОПК-2.7</b> Оценка эффективности технологического процесса, выбор критериев эффективности	<b>Знает</b> области протекания химико-технологического процесса;	Вопросы к экзамену №33-41, выполнение курсовой работы.	Перечисляет перечень управляющих параметров, позволяющих идентифицировать область протекания химико-технологического процесса	Правильно выбирает методологию определения области протекания химико-технологического процесса	Приводит примеры реализации процессов в различных областях протекания
	<b>Знает</b> критерии выбора управляющих параметров химико-технологического	Вопросы к экзамену №33-41, выполнение	Перечисляет параметры химико-технологического	Правильно выбирает рациональный	Приводит конкретные примеры влияния

процесса	курсовой работы.	процесса, влияющие на показатели эффективности функционирования	диапазон изменения управляющих параметров	управляющих параметров на показатели эффективности функционирования
<b>Знает</b> показатели эффективности функционирования химического реактора и химико-технологической системы в целом	Вопросы к экзамену №20-32, вопросы к зачёту №6-11, выполнение курсовой работы.	Анализирует влияние управляющих параметров на равновесный состав реакционной смеси, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок анализирует влияние управляющих параметров на равновесный состав реакционной смеси	Анализирует влияние управляющих параметров на равновесный состав реакционной смеси при реализации многомаршрутного процесса
<b>Умеет</b> идентифицировать область протекания химико-технологического процесса	Вопросы к экзамену №33-41, выполнение курсовой работы.	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> изменять значения термодинамических характеристик в требуемом направлении	Вопросы к экзамену №2,8-9, выполнение курсовой работы.	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 скорость процесса в кинетической и диффузионной областях	Вопросы к экзамену №1, 3-7,33-50, выполнение	Рассчитывает наблюдаемую скорость процесса, но допускает	Без ошибок рассчитывает наблюдаемую скорость процесса	Рассчитывает величину дифференциальной селективности при



		курсовой работы.	незначительные ошибки		реализации многомаршрутного процесса
	<b>Владеет</b> методами определения оптимальных и рациональных диапазонов изменения управляющих параметров оборудования	Вопросы к экзамену №19-32, вопросы к зачёту №8-11, 13-16, выполнение курсовой работы.	Анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса, но допускает незначительные ошибки	Без ошибок анализирует влияние управляющих параметров на величину наблюдаемой скорости процесса в кинетической области	Анализирует влияние управляющих параметров на величину дифференциальной селективности при реализации многомаршрутного процесса
<b>ОПК-2.8</b> Выявление общих закономерности химических процессов	<b>Знает</b> основные принципы составления математических моделей идеализированных реакторов	Вопросы к экзамену №19-23, выполнение курсовой работы.	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> методики составления материальных и энергетических балансов реактора и химико-технологической системы в целом	Вопросы к экзамену №12,13, вопросы к зачёту №22-32, выполнение курсовой работы.	Формулирует законы, лежащие в основе составления материальных и энергетических балансов	Записывает формулы для расчёта материальных и энергетических потоков, состава смесей, производительности и расходных коэффициентов	Правильно выбирает методику расчёта материального и энергетического баланса реактора и химико-технологической схемы.
	<b>Умеет</b> рассчитывать необходимый объём	Вопросы к экзамену №19-28,	Рассчитывает объём идеализированного	Выбирает рациональный	Рассчитывает объём

	идеализированного реактора	вопросы к зачёту №8-11, выполнение курсовой работы.	реактора	температурный диапазон работы реактора по результатам расчёта	многосекционного идеализированного реактора
	<b>Умеет</b> рассчитывать материальные и энергетические балансы реактора и химико-технологической системы в целом	Вопросы к экзамену №12,13, вопросы к зачёту №22-32, выполнение курсовой работы.	Рассчитывает материальные и энергетические потоки, совершает незначительные ошибки	Составляет материальный и энергетический баланс реактора	Составляет материальный и энергетический баланс химико-технологической системы
	<b>Владеет</b> методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования	Вопросы к экзамену №19-28, вопросы к зачёту №8-11, выполнение курсовой работы.	Определяет оптимальные показатели функционирования реактора	Прогнозирует изменение оптимальных показателей при изменении управляющих параметров	Способен построить стратегию управления реактором при изменении внешних условий
	<b>Владеет</b> методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса	Вопросы к экзамену №12,13,19-28, вопросы к зачёту №8-11,22-32, выполнение курсовой работы.	Выполняет процедуру определения управляющих технологических параметров, обеспечивающих заданную производительность реактора	Выполняет процедуру определения рационального температурного режима работы реактора	Демонстрирует приёмы оптимизации работы реактора по технико-экономическим показателям
<b>ОПК-2.9</b> Обоснование и выбор технологического оборудования для решения профессиональных	<b>Знает</b> современное состояние крупнотоннажных химических производств	Вопросы к экзамену №12-18, вопросы к зачёту №21-32, выполнение курсовой работы.	Рассказывает о характерных особенностях промышленных агрегатов	Перечисляет конструктивные характеристики промышленных агрегатов	Приводит технико-экономические показатели промышленных агрегатов
	<b>Умеет</b> выбрать тип реактора и	Вопросы к	При проведении	При проведении	При проведении

задач	рассчитать технологические параметры для заданного процесса	экзамену №12-18, вопросы к зачёту №21-32, выполнение курсовой работы.	расчётов использует допущения, которые могут исказить сущность химико-технологического процесса	расчётов использует адекватное математическое описание	расчётов использованы современные физико-химические характеристики процессов
	<b>Умеет</b> рассчитывать технико-экономические характеристики промышленных агрегатов	Вопросы к экзамену №1-50, вопросы к зачёту №1-32, выполнение курсовой работы.	Рассчитывает технико-экономические характеристики промышленных агрегатов, но допускает ошибки	Правильно определяет технико-экономические характеристики промышленных агрегатов	Прогнозирует закономерности в изменении технико-экономических показателей промышленных агрегатов
	<b>Владеет</b> навыками построения химико-технологических систем	Вопросы к экзамену №15,24-28, вопросы к зачёту №6,7,18-21, выполнение курсовой работы.	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 защиты курсовой работы, экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), в форме зачёта, шкала оценивания «зачёт» и «незачёт».

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

#### **3.1. Типовые контрольные вопросы к экзамену:**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:**

1. Маршрут реакции, скорости по маршруту. Число независимых маршрутов реакции.
2. Равновесие химико-технологических процессов. Связь константы равновесия и энергии Гиббса. Изобара Вант-Гоффа.
3. Влияние состава реакционной смеси на наблюдаемую скорость обратимой реакции.
4. Влияние температуры на скорость обратимой экзотермической реакции.
5. Влияние температуры на скорость обратимой эндотермической реакции.
6. Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению формальной кинетики
7. Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению реальной кинетики.
8. Определение равновесного состава реакционной смеси.
9. Определение равновесного состава реакционной смеси многомаршрутного процесса
10. Оптимальная температура. Расчёт и анализ влияния технологических параметров
11. Влияние давления и температуры на равновесие газофазных реакций. (На примере конкретного химико-технологического процесса).
12. Общие принципы составления материального баланса химического реактора
13. Общие принципы составления теплового баланса химического реактора
14. Управляющие параметры ХТП.
15. Показатели эффективности протекания ХТП.
16. Типы технологических связей ХТС.
17. Ресурсосбережение в химической технологии.
18. Энергосбережение в химической технологии.
19. Модели идеализированных реакторов.
20. Идеализированная модель полного смешения. Изотермический температурный режим.
21. Идеализированная модель идеального вытеснения. Изотермический температурный режим.
22. Идеализированная модель полного смешения. Адиабатический температурный режим.
23. Идеализированная модель идеального вытеснения. Адиабатический температурный режим.
24. Сравнение идеализированных моделей ИВ и ПС в изотермическом режиме. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
25. Сравнение моделей ИВ с разными температурными режимами. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
26. Сравнение моделей ИВ и ПС в адиабатическом режиме. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
27. Сравнение моделей ПС с различными температурными режимами при проведении эндотермической обратимой реакции. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
28. Сравнение моделей ИВ с различными температурными режимами при проведении экзотермической обратимой реакции. (На примере конкретного процесса)
29. Модели реакторов с неидеализированной структурой движения потоков

30. Диффузионная модель реактора с неидеализированной структурой движения потоков
31. Ячеечная модель реактора с неидеализированной структурой движения потоков
32. Двухфазная модель химического реактора
33. Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внешней диффузии.
34. Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внутренней диффузии.
35. Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внутренней диффузии
36. Переходная область протекания ХТП
37. Расчёт кинетических параметров гетерогенного процесса в системе «газ-твёрдое».
38. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала в кинетической области
39. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внешнедиффузионной области
40. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внутридиффузионной области
41. Области протекания гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия и её идентификация.
42. Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость». Физическая адсорбция. Химическая адсорбция.
43. Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость». Плёночная модель.
44. Катализ. Основные характеристики твёрдых катализаторов.
45. Кинетика гомогенных каталитических реакций
46. Современные экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций.
47. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Область внешней диффузии.
48. Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Область внутренней диффузии.
49. Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Модель Ленгмюра-Хиншельвуда
50. Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Модель Ридила-Эли.
- 3.2. Типовые контрольные вопросы к зачёту:**
- а) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:**
1. Физико-химические основы процесса паровой конверсии природного газа.
2. Физико-химические основы процесса паровой конверсии СО.
3. Физико-химические основы процесса синтеза метанола.
4. Физико-химические основы процесса синтеза аммиака.
5. Физико-химические основы процесса контактного окисления диоксида серы
6. Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
7. Оптимизация работы реактора по экономическим критериям
8. Проточный реактор полного смешения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
9. Проточный реактор полного смешения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
10. Реактор идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
11. Реактор идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
12. Энерготехнологическое комбинирование в химической промышленности.
13. Температурная устойчивость химического реактора.
14. Множественность стационарных состояний.
15. Нестационарные режимы работы проточного реактора.
16. Динамические режимы проведения ХТП

17. Водоподготовка в химической промышленности.
18. Методы защиты атмосферы от оксидов азота
19. Методы защиты атмосферы от оксидов серы
20. Утилизация твёрдых отходов химических производств.
21. Оптимизация работы реактора по экологическим критериям.
22. ХТС синтеза метанола.
23. ХТС синтеза аммиака.
24. Контактное окисление диоксида серы.
25. Производство серной кислоты.
26. Окисление аммиака.
27. Производство водорода.
28. Конверсия природного газа
29. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.
- 30.. ХТП первичной переработки нефти.
- 31.. Деструктивные процессы переработки нефти.
32. Термический и каталитический крекинг нефтепродуктов.

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.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Темы курсовых работ:**

1. Техничко-экономическое обоснование выбора температурного режима работы идеального вытеснения при проведении процесса (указывается наименование процесса)
2. Техничко-экономическое обоснование выбора значений управляющих параметров проведения процесса (указывается наименование процесса) в адиабатическом реакторе полного смешения.
3. Техничко-экономическое обоснование выбора температурного режима работы полного смешения при проведении процесса (указывается наименование процесса)
4. Техничко-экономическое обоснование выбора значений управляющих параметров проведения процесса (указывается наименование процесса) в политермическом реакторе идеального вытеснения.
5. Определение минимального количество реакторов полного смешения заданного объема, необходимого для определения требуемой производительности по продукту.
6. Эколого-экономическое обоснование выбора аппаратурного оформления для организации процесса очистки отходящих газов от токсичного компонента.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД Порядок проведения зачетов и экзаменов.