

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 19:10:28  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность программы бакалавриата

**Автоматизированные системы обработки информации и управления**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		доцент Л.А. Нефёдова

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы химической технологии» обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа протокол от \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

Е.А. Власов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от \_\_\_\_\_ 2016 № \_\_\_\_

Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Т.Б.Чистякова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. ....	5
3. Объем дисциплины. ....	6
4. Содержание дисциплины. ....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	7
4.2. Занятия лекционного типа. ....	8
4.3. Занятия семинарского типа. ....	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся. ....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации. ....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. ....	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	15
10.1. Информационные технологии. ....	15
10.2. Программное обеспечение. ....	15
10.3. Информационные справочные системы. ....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	15
Приложение № 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы химической технологии».....	16

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-2</b>	способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	<p><b>Знать:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. способы выделения основных и побочных продуктов неорганических реакций;</li> <li>2. основные способы управления типовыми технологическими процессами;</li> <li>3. принципы составления материального и теплового балансов для основных технологических процессов неорганического синтеза;</li> <li>4. механизмы основных ХТП и их общие кинетические закономерности;</li> </ol> <p><b>Уметь:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. работать с литературой по изучаемой тематике;</li> <li>2. анализировать и применять полученные знания при исследовании типовых технологических процессов</li> <li>3. производить расчет материального и теплового балансов ХТП,</li> <li>4. рассчитывать и анализировать влияние основных технологических параметров на скорость, степень превращения в типовых процессах</li> </ol>
<b>ПК-3</b>	способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	<p><b>Знать:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные типы и принципиальные конструкции реакторов;</li> <li>2. методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов;</li> <li>3. технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химических процессов неорганического синтеза (Производство азотной кислоты, серной кислоты, конверсия природного газа и жидких углеводородов, синтез аммиака)</li> </ol> <p><b>уметь:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. анализировать химико-технологический процесс;</li> <li>2. использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и</li> </ol>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		экспериментального исследования; пользоваться персональным компьютером <b>владеть:</b> 1. методами теоретического и экспериментального исследования эффективности протекания технологических процессов производства неорганических веществ и материалов; 2. методами оценки эффективности протекания химико-технологических процессов

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.ДВ.12.1) и изучается на 3 курсе (сессия 3,4).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия», «Физика», «Алгебра и геометрия», «Математический анализ».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы химической технологии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Автоматика и автоматизация ХТП», «Комплексное моделирование в химии и химической технологии», «Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами», «Основы проектирования ХТС», «Программно-технические комплексы обработки информации и управления качеством химической продукции», при прохождении практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	2/72
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>8</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	4
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр2
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4)

#### 4. Содержание дисциплины.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	1		1	4	ОПК-2
2.	Классификация, основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	1		1	10	ОПК-2, ПК-3
3.	Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов	1		1	10	ОПК-2
4.	Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов	1		1	6	ОПК-2, ПК-3
5	Важнейшие химические производства.	-		-	30	ОПК-2, ПК-3
Всего		4		4	60	

#### 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>Основные тенденции развития современной химической промышленности. Классификация и характеристики сырья и вспомогательных материалов. Требования к качеству сырья и вспомогательным материалам; нормы расхода вспомогательных материалов. Состояние и перспективы использования горючих, высокопотенциальных и низкопотенциальных ресурсов в химических производствах. Основные понятия и определения: ресурсосбережение, энергосбережение, безотходное химическое производство и малоотходное химическое производство, ресурсосберегающее химическое производство.</p>	1	Компьютерная презентация
2	<p><u>Классификация, 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. 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. Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при анализе существующих, закладке новых производств и при введении новых технологических операций при производстве химических продуктов. Методика составления уравнений и расчета материальных и тепловых балансов производства и его подсистем.</p>	1	Компьютерная презентация



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<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 химического равновесия на примере модельных химических реакций. Предварительная оценка технически и экономически обоснованных диапазонов изменения микрокинетических параметров при осуществлении ХТП. Влияние основных управляющих параметров (температуры, давления, состава реагирующей смеси) на наблюдаемую скорость процесса, анализ результатов, предварительный анализ по оптимизации технологического процесса с помощью температуры, давления и состава смеси.</p> <p>Гомогенный катализ. Факторы, определяющие скорость гомогенно-каталитического процесса. Достоинства и недостатки промышленного гомогенного катализа и особенности анализа гомогенно-каталитических процессов. Степень использования и нормы расхода катализаторов и их влияние на экономические и экологические показатели протекания ХТП.</p>	1	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><u>Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов</u></p> <p>Понятие о лимитирующей стадии гетерогенного процесса. Методы и технология определения лимитирующей стадии процесса. Внешнедиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Влияние параметров на его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Внутридиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Виды внутренней диффузии. Влияние параметров процесса на его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Кинетическая область протекания гетерогенного процесса (влияние параметров процесса на 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.</p>	1	Компьютерная презентация

#### 4.3. Занятия семинарского типа

##### 4.3.1 Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Расчёт материального и теплового баланса химического реактора. Расчет изменения расходных коэффициентов по сырью на основании расчёта материального баланса реактора	1	-
2	Расчёт энергозатрат для реакторов с различным температурным режимом	1	-
3	Расчет константы равновесия, оценка влияния основных управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси.	1	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
4	Исследование влияния исходных концентраций реагентов, температуры и давления на скорость химико-технических процессов. Расчёт области оптимальных температур экзотермического процесса для различных условий его проведения	1	-

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Классификация сырья, характеристики вспомогательных материалов. Первичные и вторичные сырьевые ресурсы. Принципы обогащения твердого, газообразного и жидкого сырья. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.	2	Контрольная работа №1, ответы на вопросы зачета
1	Безотходное производство, основные отходы современных производств, способы утилизации твердых, газообразных и жидких отходов для повышения эффективности и экологичности производств.	2	Контрольная работа №2, ответы на вопросы зачета
2	Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при анализе существующих, закладке новых производств и при введении новых технологических операций при производстве химических продуктов. Методика составления уравнений и расчета материальных и тепловых балансов производства и его подсистем.	5	Контрольная работа №1, ответы на вопросы зачета
2	Параметры управления и физико-механические характеристики ХТП: температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность взаимодействия, применение катализаторов и ингибиторов, тип и конструкция реактора.	5	Контрольная работа №2, ответы на вопросы зачета
3	Управление состоянием химического равновесия на примере модельных химических реакций. Предварительная оценка технически и экономически обоснованных диапазонов изменения микрокинетических параметров при осуществлении ХТП.	10	Контрольная работа №2, ответы на вопросы зачета

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Гетерогенный катализ. Его место в современном химическом производстве. Современные тенденции в развитии катализа и каталитических процессов. Основные характеристики твёрдых катализаторов.	6	Ответы на вопросы зачета
5	Технологии производства азотной кислоты, сырьевая база.	5	Ответы на вопросы зачета
5	Водородная энергетика. Способы получения водорода.	5	Ответы на вопросы зачета
5	Виды топлива и его характеристика. Оценка энергетических и теплотехнических характеристик топлив при использовании в химико-технологических процессах.	5	Ответы на вопросы зачета
5	Основные современные направления химических производств органического и неорганического синтеза. Оценка состояния химической промышленности РФ.	5	Ответы на вопросы зачета
5	Производство серной кислоты.	4	Ответы на вопросы зачета
5	Синтез аммиака	2	Ответы на вопросы зачета
5	Современные химико-технологические схемы основных химических производств.	4	Ответы на вопросы зачета

#### **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 зачета.

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

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

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

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Зависимость равновесной степени превращения от температуры и давления
2. Задача

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

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

### **а) основная литература:**

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 381 с.
2. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 448 с.
3. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд. стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 1: Теоретические основы химической технологии.- 255с.
4. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд., стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 2: Важнейшие химические производства.- 264с.
5. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учеб. пособие / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева: под ред. Е.А. Власова; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2009.- 140 с.

### **б) дополнительная литература:**

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

#### **в) вспомогательная литература**

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

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

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

электронно-библиотечные системы:

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

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

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

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

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

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций WebofScience компании ThomsonReuters;

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

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические основы химической технологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

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

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

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

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

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

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

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

пакеты прикладных программ стандартного набора (MicrosoftOffice, MathCAD);

прикладное программное обеспечение анализа изображений;

программное обеспечения обработки и расшифровки экспериментальных данных (в т.ч. Multichromforwindows);

информационно - справочные системы (IVTANTERMOforwindows)

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного проведения практических и самостоятельных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через отдельный сервер, подключенный к сети института.

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Теоретические основы химической технологии»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ОПК-2</b>	способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	промежуточный
<b>ПК-3</b>	способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает способы выделения основных и побочных продуктов неорганических реакций;	Правильные ответы на вопросы №1-6 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Знает основные принципы организации химического производства.	Правильные ответы на вопросы №7-8к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
Освоение раздела №2	Знает принципы составления материального и теплового балансов для основных технологических процессов неорганического синтеза;	Правильное выполнение заданий № 9-12к зачету. Выполнение курсовой работы	ОПК-2



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет анализировать и применять полученные знания при решении как модельных реакций и технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №59-60к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Умеет производить расчет материального и теплового балансов ХТП.	Правильные ответы на вопросы № 61-66к зачету. Выполнение курсовой работы	ОПК-2
Освоение раздела № 3	Умеет рассчитывать и анализировать влияние основных технологических параметров на скорость, степень превращения типовых процессов,	Правильные ответы на вопросы №22-25к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Знает методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов;	Правильные ответы на вопросы №26-29 к зачету. Выполнение курсовой работы	ОПК-2
	Умеет анализировать химико-технологический процесс;	Правильные ответы на вопросы №19-21к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Умеет использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; пользоваться персональным компьютером	Правильные ответы на вопросы №67-69 к зачету. Выполнение курсовой работы	ОПК-2
	Владеет методами оценки эффективности протекания химико-технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №11-13к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
Освоение раздела №4	Знает основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций	Правильные ответы на вопросы 41-48к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Знает методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов;	Правильное выполнение заданий № 15-21к зачету. Выполнение курсовой работы	ОПК-2

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет анализировать химико-технологический процесс;	Правильные ответы на вопросы 28-30,31-35 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Владеет методами управления химико-технологических процессов в соответствии с кинетическими данными	Правильные ответы на вопросы № 31-36, 68-70 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
Освоение раздела №5	Знает технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химических процессов неорганического синтеза (Производство азотной кислоты, серной кислоты, конверсия природного газа и жидких углеводородов, синтез аммиака)	Правильные ответы на вопросы 49-58к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3
	Знает способы выделения основных и побочных продуктов неорганических реакций.	Правильные ответы на вопросы №49-58к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-3

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено» и «не зачтено».

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

**а) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-3, ОПК-2:**

1. Классификация и характеристики сырья и вспомогательных материалов.
2. Требования к качеству сырья и вспомогательным материалам; нормы расхода вспомогательных материалов.
3. Природные источники сырья и их ресурсы в РФ.
4. Первичные и вторичные сырьевые ресурсы.
5. Принципы обогащения твердого, газообразного и жидкого сырья.
6. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.
7. Безотходное производство, основные отходы современных производств, способы утилизации твердых, газообразных и жидких отходов для повышения эффективности и экологичности производств.
8. Связь между параметрами управления ХТП и показателями качества протекания ХТП как основного этапа прогнозирования экономических характеристик химического производства.
9. Особенности составления материального баланса химических производств.
10. Особенности составления теплового баланса химических производств.
11. Классификация химико-технологических процессов (ХТП)

12. Основные стадии протекания ХТП.
13. Гомогенные и гетерогенные процессы и особенности их протекания.
14. Понятия о лимитирующих стадиях и области протекания процесса: кинетическая, внешнедиффузионная, внутридиффузионная области протекания процесса
15. Кинетика. Скорость химической реакции для жидкофазных и газофазных процессов.
16. Зависимость скорости обратимой газофазной реакции от температуры.
17. Зависимость скорости обратимой газофазной реакции от давления.
18. Зависимость скорости обратимой реакции от степени превращения.
19. Способы увеличения скоростей реакции
20. Понятие о катализе. Катализаторы, их компоненты, способы приготовления. Активность, яды.
21. Зависимость скорости обратимой газофазной реакции от технологических параметров (простая кинетика). Вывод выражений для мольных долей.
22. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Зависимость  $x_p$  от температуры и давления
23. Равновесные параметры. Вывод уравнения оптимального и равновесного давления
24. Характер изменения равновесной степени превращения от температуры для экзотермических и эндотермических реакций.
25. Зависимость равновесной степени превращения от технологических параметров для экзотермических и эндотермических реакций с увеличением и уменьшением объема
26. Влияние концентрации реагентов и их содержания в сырье на технологические и экономические показатели качества ХТП.
27. Влияние температуры на технологические и экономические показатели качества протекания ХТП.
28. Оптимизация и способы управления температурным режимом.
29. Влияние давления на равновесие и скорость газофазных процессов.
30. Изменения технологических и экономических показателей качества ХТП во времени.
31. Понятие об оптимальном времени контакта.
32. Понятие об областях протекания гетерогенных ХТП.
33. Влияние линейной скорости потока, фракционных и микроструктурных характеристик твердой фазы на технологические и экономические показатели ХТП.
34. Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению формальной кинетики
35. Определение величины температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению реальной кинетики.
36. Анализ влияния управляющих параметров на изменение области оптимальных температур.
37. Ресурсосбережение в химической технологии.
38. Энергосбережение в химической технологии.
39. Кинетика гомогенных каталитических реакций
40. Управляющие параметры ХТП.
41. Показатели эффективности протекания ХТП в химических реакторах.
42. Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
43. Оптимизация работы реактора по экологическим критериям.
44. Оптимизация работы реактора по экономическим критериям
45. Модели идеализированных реакторов.
46. Изотермический температурный режим.
47. Адиабатический температурный режим.
48. Политермический температурный режим

49. Конверсия метана водяным паром. Физико-химические основы процесса.
50. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.
51. ХТП первичной переработки нефти.
52. Деструктивные процессы переработки нефти.
53. Термический и каталитический крекинг нефтепродуктов.
54. Производство азотной кислоты. Физико-химические основы процесса.
55. Производство серной кислоты. Физико-химические основы процесса.
56. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса.
57. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
58. Окисление аммиака. Физико-химические основы процесса.

**б) 3.2. Типовые задания для выполнения контрольных работ (ОПК-2, ПК-3):**

В процессе изучения курса «Теоретические основы химической технологии» студенты выполняют 2 контрольные работы, которые включают ответы на теоретические вопросы и выполнение расчетных заданий. Каждая работа является формой методической помощи студентам при изучении курса и выполняется индивидуально. Определение номера варианта контрольной работы следует проводить согласно данным, представленным в таблице 1. Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, не засчитывается.

Таблица 1 – Выбор варианта задания контрольной работы

		Последняя цифра номера студенческого билета									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Первая буква фамилии	<b>А, Л, Т</b>	1	11	21	6	16	10	20	5	15	25
	<b>Б, Ф, Ю</b>	2	12	22	7	17	9	19	4	14	24
	<b>В, Ж, Ш</b>	3	13	23	8	18	8	18	3	13	23
	<b>Г, Ц, Я</b>	4	14	24	9	19	7	17	2	12	22
	<b>Д, Р, Э</b>	5	15	25	10	20	6	16	1	11	21
	<b>З, С, Щ</b>	6	16	1	11	21	5	15	25	10	20
	<b>И, Х, О</b>	7	17	2	12	22	4	14	24	9	19
	<b>Е, К, Ч</b>	8	18	3	13	23	3	13	23	8	18
	<b>М, Ц</b>	9	19	4	14	24	2	12	22	7	17
	<b>Н, У</b>	10	20	5	15	25	1	11	21	6	16

## Первая контрольная работа

1. Рассчитать материальный баланс реактора окисления оксида серы (4) , протекающего по уравнению:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ .

На окисление диоксида серы пошло 4400 м<sup>3</sup>/ч кислорода. Концентрации компонентов в исходной смеси (объемные доли): оксид серы (IV) 0,11; кислород 0,1; остальное азот. Степень превращения диоксида серы составляет 0,89. Дополнительно рассчитать мольную производительность реактора.

Рассчитать температуру смеси на выходе из реактора, если температура входной смеси 390<sup>0</sup>С, потери тепла в окружающую среду составляют 2% от теплоты, поступающей с потоком исходных веществ, а с помощью теплообменных устройств отводят 20% теплоты химической реакции.

## Вторая контрольная работа

2. Рассчитать равновесную степень превращения водорода в реакции

$\text{H}_2 + \text{J}_{2(\text{газ.})} \leftrightarrow 2\text{HJ}_{(\text{газ.})}$  и равновесный состав газа, проанализировать влияние температуры и давления на состояние химического равновесия по реакции:

Концентрации водорода, газообразного йода и йодистого водорода в исходной смеси равны, соответственно (мольные доли):  $Z_{\text{N}_{\text{J}_2}} = 0,30$ ,  $Z_{\text{N}_{\text{H}_2}} = 0,45$ ,  $Z_{\text{N}_{\text{HJ}}} = 0,05$ , остальное – азот.

Если зависимость константы равновесия от температуры представлена выражением:  $\lg K_p = 302,4/T - 1,448 \cdot \lg(T) + 0,21 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,054 \cdot 10^5/T^2 + 5,29$ .

3. Рассчитать значения прямой, обратной и наблюдаемой скорости реакции конверсии монооксида углерода водяным паром:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$

Если исходный состав (мольные доли): монооксид углерода 0,15, водяной пар 0,5, водород 0,1, диоксид углерода 0,05, остальное – азот.

Кинетическое уравнение паровой конверсии COU, [с-1]:

$$U = K_1 P_{\text{CO}} \cdot \left( \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{H}_2}} \right)^{0,5} - K_2 P_{\text{CO}_2} \cdot \left( \frac{P_{\text{H}_2}}{P_{\text{H}_2\text{O}}} \right)^{0,5}$$

$E_1 = 40000$  кДж/кмоль;  $k_{01} = 2,03 \cdot 10^6$ .

Зависимость константы равновесия от температуры:

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

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

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

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