

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 19:28:38
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

15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"

Направленности образовательной программы

Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Доцент Ю.В.Александрова

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы химической технологии»
обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа
протокол от «16» ноября 2015 № 90

Заведующий кафедрой

Е.А.Власов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от «17» декабря 2015 № 4

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

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

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

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	<p>способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования</p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. способы выделения основных и побочных продуктов неорганических реакций; 2. основные способы управления типовыми технологическими процессами; 3. принципы составления материального и теплового балансов для основных технологических процессов неорганического синтеза; 4. механизмы основных ХТП и их общие кинетические закономерности; <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. работать с литературой по изучаемой тематике; 2. анализировать и применять полученные знания при решении как модельных реакций и технологических процессов 3. производить расчет материального и теплового балансов ХТП, 4. Рассчитывать и анализировать влияние основных технологических параметров на скорость, степень превращения типовых процессов
ПК-9	<p>способность определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным</p>	<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций; 2. методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов; 3. технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химических процессов неорганического синтеза (Производство азотной кислоты, серной кислоты, конверсия природного газа и жидких углеводов, синтез аммиака) <p>уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. анализировать химико-

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	технологический процесс; 2. использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; пользоваться персональным компьютером владеет: 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 дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.7.2) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

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

Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Оптимизация систем управления», «Организация и управление производством», «Моделирование объектов» прохождении практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	62
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	КР

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
КСР	8
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	46
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет, КР

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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности	2	4	-	8	ПК-1
2.	Классификация, основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	2	4	-	10	ПК-1
3.	Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов	4	6	-	6	ПК-1 ПК-9
4.	Макрокинетический уровень анализа химико-технологических процессов	4	6	-	6	ПК-9
5.	Промышленные реактора, классификация, требования, регулирование работы в различных температурных режимах	4	12	-	12	ПК-9
6.	Важнейшие химические производства органического и неорганического синтеза.	2	4	-	4	ПК-1 ПК-9
Всего		18	36	-	46	

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. Природные источники сырья и их ресурсы в РФ. Первичные и вторичные сырьевые ресурсы. Принципы обогащения твердого, газообразного и жидкого сырья. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Вторичные энергетические ресурсы, пути их использования для снижения себестоимости продукта. 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>	2	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	<p><u>Классификация, основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u> Основные показатели и параметры протекания химико-технологических процессов (ХТП). Структура химико-технологического процесса. Показатели качества протекания ХТП: степень превращения, выход продукта, избирательность, производительность, селективность, расходные коэффициенты по сырью. Удельные материальные, энергетические и эксплуатационные затраты. Параметры управления и физико-механические характеристики ХТП: температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность взаимодействия, применение катализаторов и ингибиторов. Установление связи между параметрами управления ХТП и показателями качества протекания ХТП как основной этап прогнозирования эффективности функционирования химического производства. Методика составления уравнений и расчета материальных и тепловых балансов производства и его подсистем.</p>	2	Компьютерная презентация
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. 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, аппаратное оформление гомогенных процессов. Факторы, определяющие скорость гомогенно-каталитического процесса. Достоинства и недостатки промышленного гомогенного катализа и особенности анализа гомогенно-каталитических процессов.</p>	4	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная 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, внутридиффузионная и кинетическая область протекания гетерогенного процесса (влияние параметров процесса на скорость в зависимости от лимитирующей стадии). Общие способы увеличения скорости гетерогенного процесса. Гетерогенный катализ, аппаратное оформление гетерогенно-каталитических промышленных процессов. Достоинства и недостатки промышленного гетерогенного катализа и особенности анализа гомогенно-каталитических процессов. Современные тенденции в развитии катализа и каталитических процессов.</p>	4	Компьютерная презентация
5	<p><u>Промышленные реактора, классификация, требования, регулирование работы в различных температурных режимах.</u> Классификация реакторов по характеру смешивания и вытеснения веществ, участвующих в процессе. Особенности реакторов с использованием твердых катализаторов в стационарном и во взвешенном состояниях. Классификация реакторов по подводу и отводу теплоты. Элементы технологического расчета реакторов. Химические процессы в идеализированных реакторах потоках (полного смешения, идеального вытеснения). Стационарный и нестационарный режимы. Множественность стационарных состояний. Расчет химического процесса в потоке идеального вытеснения. Методы регулирования температурного и концентрационного режима работы многополочного реактора при проведении обратимого экзотермического процесса.</p>	4	Компьютерная презентация
6	<p><u>Важнейшие химические производства</u></p> <p>Оценка состояния химической промышленности РФ. Производство азотной кислоты и минеральных удобрений. Производство серной кислоты. Синтез аммиака. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья. Производство водорода.</p>	2	Компьютерная презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Анализ ХТ производств органического и неорганического синтеза, анализ сырьевой базы.	4	-
2	Расчёт материального и теплового баланса химического реактора. Расчет изменения расходных коэффициентов по сырью на основании расчёта материального баланса реактора. Расчёт энергозатрат для реакторов с различным температурным режимом	4	-
3	Расчет константы равновесия, оценка влияния основных управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси.	6	-
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	6	Компьютерная симуляция
5	Расчет времени контактирования исследуемого процесса в идеализированных потоках полного смешения и идеального вытеснения, анализ и оценка полученных результатов. Расчет объема реактора полного смешения и идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме.	8	Компьютерная симуляция
5	Расчет объема реактора полного смешения и идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме.	4	Компьютерная симуляция
6	Современные химико-технологические схемы основных химических производств	4	Слайд-презентация

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.	4	Письменный опрос №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Безотходное производство, основные отходы современных производств, способы утилизации твердых, газообразных и жидких отходов для повышения эффективности и экологичности производств.	4	Письменный опрос №2
2	Расчёт материального баланса многомаршрутного процесса	4	Проверка решения
2	Расчёт теплового баланса многомаршрутного процесса, анализ влияния теплообменных устройств на конечную температуру процесса, построение калибровочного графика.	6	Проверка решения
3	Влияние температуры, давления и состава реагирующей смеси на смещение сложных многомаршрутных реакций.	6	Проверка решения
4	Методы определения кинетических параметров каталитического процесса	6	Проверка решения
5	Конструкционные особенности промышленных химических реакторов	4	Письменный опрос №3
5	Проведение гетерогенно- каталитических промышленных процессов в неподвижном слое катализатора (примеры, физико-химические особенности процессов)	4	Проверка решения
5	Проведение гетерогенно- каталитических промышленных процессов в подвижном слое катализатора (примеры, физико-химические особенности процессов)	4	Проверка решения
6	Современный обзор химической промышленности.	2	Письменный опрос №4
6	Виды топлива и его характеристика. Оценка энергетических и теплотехнических характеристик топлив при использовании в химико-технологических процессах.	2	Письменный опрос №5

4.4.1. Темы курсовых работ

1. Технико-экономическое обоснование выбора температурного режима работы однополочного реактора идеального вытеснения при проведении процесса (указывается наименование типового процесса органического или неорганического синтеза)

2. Технико-экономическое обоснование выбора температурного режима работы однополочного реактора полного смешения при проведении процесса (указывается наименование типового процесса органического или неорганического синтеза)

3. Расчет двухполочного реактора идеального вытеснения при проведении процесса (указывается наименование типового процесса органического или неорганического синтеза) осуществляемого в изотермическом режиме.

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 и защиты курсовой работы

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 один вопрос из перечня теоретических вопросов и задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Закон действующих масс.
2. Задача

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) основная литература:

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

б) дополнительная литература:

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

в) вспомогательная литература

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

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

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

электронно-библиотечные системы:

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

www.elibrary.ru - 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 - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «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 УКВД. 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 приходиться, 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 (Microsoft Office, MathCAD);
прикладное программное обеспечение анализа изображений;
программное обеспечения обработки и расшифровки экспериментальных данных (в т.ч. Multichrom for windows);
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 учебный 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.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	промежуточный
ПК-9	способность определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления	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 №1-3 к зачету.	ПК-1
	Знает основные принципы организации химического производства.	Правильные ответы на вопросы №7-9 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-1
Освоение раздела №2	Знает принципы составления материального и теплового балансов для основных технологических процессов	Правильное выполнение заданий № 4,6к зачету.	ПК-1
	Умеет анализировать и применять полученные знания при анализе и технологических	Правильные ответы на вопросы №4,5,10 к зачету.	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	процессов	Выполнение курсовой работы	
	Умеет производить расчет материального и теплового балансов ХТП.	Правильные ответы на вопросы №66-70 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-1
Освоение раздела № 3	Умеет рассчитывать и анализировать влияние основных технологических параметров на скорость, степень превращения типовых процессов,	Правильные ответы на вопросы №20,25-27 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-1
	Знает методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов;	Правильные ответы на вопросы №24,29 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
	Умеет анализировать химико-технологический процесс;	Правильные ответы на вопросы №17-18 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
	Умеет использовать методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; пользоваться персональным компьютером	Правильные ответы на вопросы №19,71,74 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
	Владеет методами оценки эффективности протекания химико-технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №11,19 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
Освоение раздела №4	Умеет анализировать химико-технологический процесс;	Правильные ответы на вопросы №12-16, 72-73 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
	Владеет методами управления химико-технологических процессов в соответствии с кинетическими данными	Правильные ответы на вопросы №25-27, 29к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №5	Знает основные типы и конструкции реакторов для проведения неорганических реакций	Правильные ответы на вопросы 28-32, 52-55 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9
	Знает методы моделирования и оптимизации технологических процессов производства неорганических материалов;	Правильное выполнение заданий № 33-34, 40-53 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-1
	Знает способы выделения основных и побочных продуктов неорганических реакций.	Правильные ответы на вопросы №35-39 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-1
Освоение раздела №6	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 51,52,56-65 к зачету. Выполнение курсовой работы	ПК-9

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-1, ПК-9:

1. Способы рационального природопользования.
2. Классификация сырья. Возобновляемые и невозобновляемые источники.
3. Способы обогащения жидкого, твердого и газообразного сырья
4. Связь между параметрами управления ХТП и показателями качества протекания ХТП как основного этапа прогнозирования экономических характеристик химического производства.
5. Классификация химико-технологических процессов (ХТП).
6. Основные стадии протекания ХТП.
7. Водоподготовка в химической промышленности.
8. Ресурсосбережение в химической технологии.
9. Энергосбережение в химической технологии.
10. Типы технологических связей ХТС.
11. Гомогенные и гетерогенные процессы и особенности их протекания.
12. Понятия о лимитирующих стадиях и области протекания процесса
13. Кинетическая область протекания процесса

14. Внешнедиффузионная область протекания процесса
15. Внутريدиффузионная область протекания процесса
16. Молекулярная и кнудсеновская диффузия в гетерогенном катализе. Переходы между областями процесса.
17. Влияние концентрации реагентов и их содержания в сырье на технологические и экономические показатели качества ХТП.
18. Влияние температуры на технологические и экономические показатели качества протекания ХТП.
19. Оптимизация и способы управления температурным режимом.
20. Влияние давления на равновесие и скорость газофазных процессов
21. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Зависимость x_p от температуры и давления
22. Равновесные параметры. Вывод уравнения оптимального и равновесного давления
23. Характер изменения равновесной степени превращения от температуры для экзотермических и эндотермических реакций.
24. Зависимость равновесной степени превращения от технологических параметров для экзотермических и эндотермических реакций с увеличением и уменьшением объема
25. Кинетика. Скорость химической реакции для жидкофазных и газофазных процессов.
26. Зависимость скорости необратимой газофазной реакции от температуры, давления и концентрации.
27. Зависимость скорости обратимой газофазной реакции от температуры, давления, степени превращения.
28. Катализаторы, ингибиторы, промоторы, активаторы, способы приготовления.
29. Современные экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций.
30. Понятие об областях протекания гетерогенных ХТП.
31. Влияние линейной скорости потока, фракционных и микроструктурных характеристик твердой фазы на технологические и экономические показатели ХТП.
32. Гетерогенный катализ.
33. Особенности протекания гетерогенно-каталитических процессов.
34. Маркетинг при производстве и потреблении катализаторов.
35. Понятие о моделировании и моделях протекания гетерогенных ХТП.
36. Классификация и основные показатели работы реакторов.
37. Основные характеристики потоков и их влияние на протекание ХТП.
38. Закономерности протекания ХТП в адиабатических и политермических реакторах идеального вытеснения.
39. Закономерности протекания ХТП в изотермических реакторах смешения.
40. Проточный реактор полного смешения. Математическая модель и основные графические зависимости.
41. Реактор идеального вытеснения. Математическая модель и основные графические зависимости.
42. Сравнение реакторов вытеснения и смешения по технологическим и экономическим показателям.
43. Секционирование реакционных зон и управление режимом работы многополочных реакторов.
44. Рациональные способы использования теплоты экзотермических реакций и подвода теплоты при протекании эндотермических реакций.
45. Методики оценки металлоемкости и энергопотребления реакторных узлов и корреляции с экономическими показателями их работы:

46. Требования к реакторам. Классификация реакторов. Идеальные модели реакторов, их сравнение
47. Сравнение работы РИВ и РПС при проведении экзотермических реакций.
48. Сравнение РПС и РИВ в изотермическом режиме.
49. Сравнение РПС и РИВ в адиабатическом режиме.
50. Характеристические уравнения реакторов.
51. Процессы в реакторах вытеснения с адиабатическим температурным режимом.
52. Достоинства и недостатки реакторов с фильтрующим и кипящим слоями катализатора.
53. Диаграмма X-T для реакторов РПС и РИВ при проведении экзотермических реакций.
54. Реактор идеального вытеснения - физическая и математическая модель, вывод характеристического уравнения.
55. Реактор полного смешения - физическая и математическая модель, вывод характеристического уравнения.
56. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала в кинетической области
57. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внешнедиффузионной области
58. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внутридиффузионной области
59. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса.
60. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
61. Контактное окисление диоксида серы. Физико-химические основы процесса.
62. Окисление аммиака. Физико-химические основы процесса.
63. Производство синтез-газа.
64. Конверсия метана водяным паром. Физико-химические основы процесса.
65. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.

в) Задачи для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1, ПК-9:

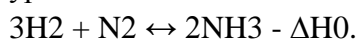
66. Рассчитать материальный баланс реактора окисления монооксида азота, протекающего по реакции: $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$

Расход конечной газовой смеси составляет 4000 м³/ч. Состав исходной газовой смеси (мольные доли): $Z_{\text{NO}} = 0,15$; $Z_{\text{O}_2} = 0,20$; $Z_{\text{NO}_2} = 0,01$; остальное метан (инерт), если степень превращения NO 83 %.

67. Рассчитать материальный баланс реактора синтеза муравьиного альдегида для получения муравьиной кислоты, протекающего по реакции $\text{CO} + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{НСОН}$

Если состав исходной газовой смеси (мольные доли): $Z_{\text{CO}} = 0,25$; $Z_{\text{H}_2} = 0,30$; $Z_{\text{НСОН}} = 0,04$; остальное азот – инерт. Расход водорода 4000 м³/час. Степень превращения CO – 50%.

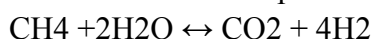
68. Рассчитать материальный и тепловой баланс реактора синтеза аммиака по уравнению:



Состав исходной газовой смеси (мольные доли): $\text{N}_2 = 0,24$; $\text{H}_2 = 0,72$; $\text{NH}_3 = 0,01$; остальное инерт – метан. Массовый поток конечной газовой смеси составляет 9000 кг/ч. Концентрация аммиака на выходе (мольная доля) – 0,07. Дополнительно рассчитать теоретические расходные коэффициенты по сырью.

Рассчитать количество теплоты, которое необходимо отвести из реактора, чтобы температура на выходе составляла 550°C . Температура входной смеси 500°C , потери тепла в окружающую среду составляют 5% от теплоты, уходящей с потоком продуктов.

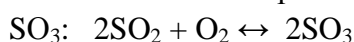
69. Рассчитать материальный баланс реактора конверсии метана по уравнению:



Если известно, что $Z_{\text{H}_2\text{O}} + Z_{\text{CH}_4} = 0,8$ остальное инертное вещество - азот. Для проведения реакции к смеси добавляют водяной пар в соотношении $Z_{\text{CH}_4} / Z_{\text{H}_2\text{O}} = 1/4$. Остаточная концентрация CH_4 (мольн. доля) в конечном газовом потоке составляет 0,03. Расход водяного пара на входе в реактор составляет 25000 м³/ч. Дополнительно рассчитать теоретические расходные коэффициенты по сырью.

Рассчитать температуру смеси на выходе из реактора, если температура входной смеси 800°C , потери тепла в окружающую среду составляют 3% от теплоты, поступающей с потоком исходных веществ, а с помощью теплообменных устройств отводят 40% теплоты химической реакции.

70. Рассчитать материальный баланс реактора окисления диоксида серы (IV) до



Состав исходной газовой смеси (мольные доли): $\text{SO}_2 - 0,12$; $\text{SO}_3 - 0,005$; остальное - воздух. Расход исходной газовой смеси составляет 45000 м³/ч. Степень превращения диоксида серы - 81%. Дополнительно рассчитать теоретические расходные коэффициенты по сырью.

Рассчитать температуру смеси на выходе из реактора, если температура входной смеси 425°C , потери тепла в окружающую среду составляют 5% от теплоты, поступающей с потоком исходных веществ, а с помощью теплообменных устройств отводят 70% теплоты химической реакции.

71. Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода и равновесный состав газа, проанализировать влияние температуры и давления на состояние химического равновесия. Концентрации оксида углерода, водяного пара, диоксида углерода и водорода в исходной смеси равны, соответственно (моль.доли): $Z_{\text{NCO}}=0,20$, $Z_{\text{NH}_2\text{O}}=0,48$, остальное - азот.

Кинетические значения энергии активации и предэкспоненциального множителя: $E_1 = 40000$ кДж/кмоль; $k_{01} = 2,03 \cdot 10^6$.

Зависимость константы равновесия от температуры:

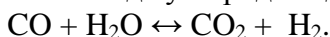
$$\lg K_a = \frac{2486}{T} + 1,565 \lg T - 0,066 \cdot 10^{-3} T - \frac{0,21 \cdot 10^5}{T^2} - 6,93$$

72. Для процесса разложения метанола построить график зависимости наблюдаемой скорости реакции от температуры при давлении 0,1 МПа и степени превращения метанола x_1 , x_2 и x_3 , если исходный состав газовой смеси (мольные доли): метанол 0,3, монооксид углерода 0,01, водород 0,01, остальное - водяной пар.

Кинетические значения энергии активации и предэкспоненциального множителя: $E_1 = 109000$ кДж/кмоль; $k_{01} = 1,26 \cdot 10^7$, $E_2 = 155000$ кДж/кмоль; $k_{02} = 1,42 \cdot 10^{13}$.
Кинетическое уравнение окисления [кмоль/(м³*с)]:

$$U = k_1 \cdot \left(\frac{P_{\text{CH}_3\text{OH}}}{P_{\text{CO}}} \right)^{0,25} - k_2 \cdot P_{\text{H}_2} \left(\frac{P_{\text{CO}}}{P_{\text{CH}_3\text{OH}}} \right)^{0,25}$$

73. Рассчитать значения прямой, обратной и наблюдаемой скорости реакции конверсии оксида углерода водяным паром идущей по реакции:



если концентрации оксида углерода, водяного пара, диоксида углерода и водорода в исходной смеси равны, соответственно (моль.доли): $Z_{\text{N}_{\text{CO}}}=0.11$, $Z_{\text{N}_{\text{H}_2\text{O}}}=0.3$, $Z_{\text{N}_{\text{CO}_2}}=0.03$, остальное – азот.

Зависимость константы равновесия от температуры:

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

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

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

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

74. Для процесса окисления диоксида серы $\text{SO}_2 + 0.5\text{O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3$.

рассчитать равновесную степень превращения SO_2 и равновесный состав газа, проанализировать влияние температуры и давления на состояние химического равновесия. Если концентрации компонентов в исходной смеси равны, соответственно (моль.доли): $Z_{\text{N}_{\text{SO}_2}}=0.13$, $Z_{\text{N}_{\text{SO}_3}}=0.01$, $Z_{\text{N}_{\text{O}_2}}=0.09$, остальное – азот.

Кинетические значения энергии активации и предэкспоненциального множителя: $E_1 = 59900 \text{ кДж/моль}$, $k_{01} = 0.222$

Зависимость константы равновесия от температуры:

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

Кинетическое уравнение окисления U , [с-1]:

$$U = k \cdot P_{\text{SO}_2} \cdot \left[1 - \frac{P_{\text{SO}_3}}{K_p \cdot P_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{O}_2}^{0,5}} \right]$$

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 УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.