

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины
ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНОЛОГИИ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
(начало подготовки – 2017 год)

Направление подготовки
18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата
Химическая технология неорганических веществ

Профессиональный модуль
Химическая технология неорганических веществ

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург

2017

Б1.В.ДВ.03.01.04

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Доцент А.Ю.Постнов

Рабочая программа дисциплины «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ» обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа протокол от 19 октября 2016 № 5
Заведующий кафедрой

Е.А. Власов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от 17 ноября 2016 № 3
Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология» (неорганических веществ)		профессор А.А.Мальгин
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 в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	06
4.3. Занятия семинарского типа	07
4.3.1. Семинары, практические занятия	07
4.3.2. Лабораторные занятия	07
4.4. Самостоятельная работа	07
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	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	12
10.2. Программное обеспечение	12
10.3. Информационные справочные системы	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13

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
ОПК-3	готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	<p>Знать: основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; основные параметры, с помощью которых возможно регулирование скорости и характера их протекания.</p> <p>Уметь: использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; обосновать выбор способов и режима технологических воздействий для превращения исходных компонентов в целевой вид продукции;</p>
ПК-16	способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Владеть: - методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента;</p>
ПК-17	готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	<p>Уметь: устанавливать взаимосвязь выявленных дефектов продукции с отклонениями технологического режима;</p> <p>Владеть: методами определения оптимальных технологических режимов работы оборудования</p>
ПК-18	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: физико-химические и технологические особенности типовых гетерогенных процессов ТНВ: растворения, выпаривания, кристаллизации, разделения суспензий, сушки,</p>

		гранулирования; Уметь: анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов; формулировать задания на разработку требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций.
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	знать: - основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; уметь: - использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения; владеть: методами и способами определения параметров типовых гетерогенных процессов ТНВ и оценки их влияния на показатели качества целевой продукции

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам профессионального модуля по выбору (Б1.ДВ.03.01.04) и изучается на 5 курсе (сессия 2, сессия 3).

В методическом плане дисциплина опирается на компетенции, сформированные в процессе изучения таких дисциплин как «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Общая химическая технология», Коллоидная химия», «Основы экологии». Полученные в процессе изучения дисциплины «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Технологическое оборудование», во время прохождения во время прохождения производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/ 288
Контактная работа с преподавателем:	20
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия	2

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
лабораторные работы	14
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа (в т.ч. на выполнение КР)	246 (50)
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен(18), зачёт(4), КР

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	Общие закономерности протекания гетерогенных процессов	-	-	-	30	ОПК-3
2	Сорбционные гетерогенные процессы	-	-	4	35	ПК-16 ПК-19
3	Система «газ-жидкость»	-	-	4	30	ПК-16 ПК-18
4	Система «газ-твёрдое»	-	-	6	35	ПК-16 ПК-18
5	Система «жидкость-твёрдое»	-	-	-	30	ПК-16 ПК-18
6	Реактора для гетерогенных процессов	-	-	-	30	ПК-18 ПК-19
7	Температурные режимы гетерогенных процессов	-	2	-	37	ПК-17 ПК-19
8	Гетерогенно-каталитические процессы	4	-	-	19	ПК-16 ПК-19

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8	<u>Гетерогенно-каталитические процессы.</u> Структура и основные характеристики зернистого	4	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	слоя катализатора. Динамика газовых потоков в зернистом слое. Неоднородность потоков, ее влияние на характеристики процесса. Гидравлические режимы движения реагентов. Расчет гидравлического сопротивления. Оптимальные размеры и форма зерен катализатора. Процессы переноса вещества и тепла между наружной поверхностью зерен катализатора и реакционным потоком.		

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7	Расчёт реактора для эндотермического обжига	2	Компьютерная симуляция

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Исследование процесса адсорбции в статических и динамических условиях	4	
3	Моделирование процесса абсорбции в насадочной колонне и пенном аппарате	4	Компьютерная симуляция
4	Определение кинетических параметров процесса окисления твёрдого материала на основании экспериментальных данных	6	Компьютерная симуляция

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Характеристика и классификация гетерогенных химико-технологических процессов: по фазовому состоянию системы; по типам реакций; по механизму реакций и механизму процесса; по тепловому эффекту. Физические и химические этапы химико-технологических процессов. Примеры гетерогенных реакций и процессов. Глубина протекания процесса и селективность, формулы, применяемые в различных гетерогенных процессах для определения глубины превращения и селективности. Связь степени превращения, селективности и времени пребывания	30	Контрольная работа № 1

	реакционной смеси в реакторе. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Понятие о лимитирующей стадии гетерогенного 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. Влияние параметров 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.		
2	Природа и виды адсорбентов. Натуральные и синтетические адсорбенты Адсорбционное и адсорбционно-химическое равновесия. Уравнения изотермы Ленгмюра и БЭТ. Методы осушки газовых смесей.	35	Контрольная работа № 1
3	Абсорбция, десорбция, хемосорбция. Основные параметры, влияющие на растворимость газов. Статика и кинетика абсорбции. Движущая сила процесса. Области применения абсорбционных процессов в технологии неорганических веществ. Типовые реакторы для проведения процессов в системе «газ-жидкость». Динамические методы проведения процесса абсорбции	30	Контрольная работа № 1
4	Равновесие в системе «газ-твёрдое». Кинетика процессов с участием твёрдой и газовой фаз. Коэффициент массопередачи, движущая сила процесса, величина межфазной поверхности. Лимитирующая стадия процесса. Квазигомогенная модель и модель с не взаимодействующим ядром. Методы интенсификации химических процессов в системе «газ-твёрдое». Примеры технологических систем. Типы реакторов для гетерогенных процессов в системе «газ-твёрдое». Конкретные примеры промышленных процессов в системе «газ-твёрдое». Методы определения кинетических параметров процессов в системе «газ-твёрдое»	35	Контрольная работа № 2
5	Основные стадии процесса кристаллизации: образование пересыщенного раствора, зародышеобразование, рост кристаллов, перекристаллизация. Пересыщенные растворы. Стабильное, метастабильное и лабильное состояние растворов. Влияние различных факторов на скорость зародышеобразования. Основные стадии роста кристаллов. Факторы, определяющие скорость роста. Влияние примесей на кристаллизацию. Технологические приемы получения кристаллов с заданными характеристиками в условиях массовой кристаллизации. Классификация методов разделения	30	Контрольная работа № 2

	<p>суспензий. Отстаивание. Схема процесса сгущения. Центрифугирование, преимущества и недостатки метода. Схема разделения суспензий с применением центрифуги. Фильтрование, скорость фильтрации, ее зависимость от разности давлений по обе стороны фильтровальной перегородки, толщины слоя осадка, состава и температуры пульпы. Обоснование выбора метода разделения суспензии. Понятие о сопряженной системе реактор - фильтр. Классификация методов промывки осадков. Промывка методом вытеснения с использованием фильтров периодического и непрерывного действия. Промывка методом разбавления с использованием фильтров периодического и непрерывного действия. Методы разделения суспензий. Выбор метода промывки для конкретных характеристик осадков</p>		
6	<p>Особенности устройства и расчёта реакторов для гетерогенных процессов. Псевдоожиженный слой. Гидродинамика и теплообмен в кипящем слое. Моделирование реактора кипящего слоя. Гетерогенные процессы в фонтанирующем слое твёрдого материала.</p>	30	Контрольная работа № 3
7	<p>Способы проведения гетерогенных процессов при низких и средних температурах. Влияние температуры на диффузионные и химические этапы. Оптимальная технологическая температура и экономически рациональная температура. Однополочный реактор без теплообменных устройств. Батарея однополочных реакторов. Многополочный реактор с охлаждением между полками с введением холодного реагента. Трубчатые реактора. Трубчатый реактор с катализатором в трубках. Трубчатый реактор с катализатором в межтрубном пространстве. Комбинированные реактора (полочно-трубчатые). Реакторы поверхностного контакта.</p>	37	Контрольная работа № 3
8	<p>Влияние внешнего массо- и теплообмена на скорость каталитической реакции. Продольный и радиальный перенос вещества и тепла в слое катализатора. Диффузионная модель. Внешняя теплоотдача в слое катализатора. Уравнения материального и теплового баланса. Математическое описание химического процесса в слое катализатора. Критериальные зависимости для оценки коэффициентов переноса. Влияние процессов переноса массы и тепла в слое на выходные характеристики процесса.</p>	19	Контрольная работа № 3

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего

контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы (5 курс, сессия 2), экзамена и зачёта и зачета (5 курс, сессия 3).

К прохождению промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) для проверки знаний, умений и навыков.

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) направленными 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 экзамене:

Вариант № 1
1. Методы разделения суспензий. 2. Реакторы с псевдооживленным слоем материала.

Пример вариант вопросов на зачете:

Вариант № 1
1. Определение времени полного превращения твёрдого материала. 2. Составление материального баланса насадочной колонны.

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. (ЭБС «Лань»)
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:

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

ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

Полнотекстовfz коллекции (базе данных) электронных книг издательства Springer Nature с 2011 по 2017 год (46332 книги). <http://link.springer.com/>

База данных REAXYS . www.reaxys.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине 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 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные 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 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 с использованием системы Moodle.
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

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

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-плюс»

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

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий №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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Гетерогенные процессы технологии неорганических веществ»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-3	готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	промежуточный
ПК-16	способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный
ПК-17	готовность проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов	промежуточный
ПК-18	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	промежуточный
ПК-19	готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; основные параметры, с помощью которых возможно регулирование скорости и характера их протекания.	Правильные ответы на вопросы № 1–11 к экзамену.	ОПК-3

	Умеет использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; обосновать выбор способов и режима технологических воздействий для превращения исходных компонентов в целевой вид продукции;		
Освоение раздела № 2	Владеет методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента . Знает основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; Умеет использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения; Владеет методами и способами определения параметров типовых гетерогенных процессов ТНВ и оценки их влияния на показатели качества целевой продукции	Правильные ответы на вопросы № 12-35, 55-66 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту, выполнение курсовой работы	ПК-16 ПК-19
Освоение раздела № 3	Владеет методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента . Знает физико-химические и технологические особенности типовых гетерогенных процессов ТНВ: растворения, выпаривания, кристаллизации, разделения суспензий, сушки, гранулирования; Умеет анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов; формулировать задания на разработку требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций	Правильные ответы на вопросы № 12-35, 41-54 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту, выполнение курсовой работы	ПК-16 ПК-18
Освоение раздела № 4	Владеет методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента . Знает физико-химические и технологические особенности типовых гетерогенных процессов ТНВ: растворения, выпаривания, кристаллизации, разделения суспензий, сушки, гранулирования; Умеет анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов; формулировать задания на разработку требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций	Правильные ответы на вопросы № 12-35, 41-54 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту, выполнение курсовой работы	ПК-16 ПК-18
Освоение раздела № 5	Владеет методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.	Правильные ответы на вопросы	ПК-16 ПК-18

	<p>Знает физико-химические и технологические особенности типовых гетерогенных процессов ТНВ: растворения, выпаривания, кристаллизации, разделения суспензий, сушки, гранулирования;</p> <p>Умеет анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов; формулировать задания на разработку требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций</p>	<p>№ 12-35, 41-54 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту, выполнение курсовой работы</p>	
Освоение раздела № 6	<p>Знает физико-химические и технологические особенности типовых гетерогенных процессов ТНВ: растворения, выпаривания, кристаллизации, разделения суспензий, сушки, гранулирования;</p> <p>Умеет анализировать влияние технологических параметров на свойства получаемых материалов; формулировать задания на разработку требований к организации и режимным показателям типовых технологических операций</p> <p>Знает основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;</p> <p>Умеет использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения;</p> <p>Владеет методами и способами определения параметров типовых гетерогенных процессов ТНВ и оценки их влияния на показатели качества целевой продукции</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 12-35, 41-54 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту, выполнение курсовой работы</p>	<p>ПК-16 ПК-18</p>
Освоение раздела № 7	<p>Умеет устанавливать взаимосвязь выявленных дефектов продукции с отклонениями технологического режима;</p> <p>Владеет методами определения оптимальных технологических режимов работы оборудования</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 36-40 к экзамену, выполнение курсовой работы</p>	<p>ПК-17</p>
Освоение раздела № 8	<p>Владеет методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента .</p> <p>Знает основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния;</p> <p>Умеет использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 12-35, 55-66 к экзамену, правильные ответы на вопросы № 1-25 к зачёту</p>	<p>ПК-16 ПК-19</p>

	программными средствами общего назначения; Владеет методами и способами определения параметров типовых гетерогенных процессов ТНВ и оценки их влияния на показатели качества целевой продукции		
--	---	--	--

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания –балльная система, защиты курсовой работы, результат оценивания – балльная система, в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

3.1. Типовые контрольные вопросы к экзамену:

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-3:

1. Влияние температуры на смещение равновесия при проведении обратимой экзотермической реакции.
2. Влияние температуры на смещение равновесия при проведении обратимой эндотермической реакции.
3. Влияние давления на смещение равновесия при проведении обратимой реакции, идущей с увеличением числа молей.
4. Влияние давления на смещение равновесия при проведении обратимой реакции, идущей с уменьшением.
5. Влияние состава реакционной смеси при на смещение равновесия при проведении обратимой реакции.
6. Влияние температуры и давления на скорость необратимой реакции.
7. Влияние температуры на наблюдаемую скорость обратимой экзотермической реакции.
8. Влияние температуры на наблюдаемую скорость обратимой эндотермической реакции.
9. Влияние давления на наблюдаемую скорость обратимой реакции, идущей с увеличением числа молей.
10. Влияние давления на наблюдаемую скорость обратимой реакции, идущей с уменьшением числа молей.
11. Влияние давления на наблюдаемую скорость обратимой реакции, идущей без изменения числа молей.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:

12. Адсорбция. Промышленные адсорбенты и их характеристики.
13. Пористая структура адсорбентов. Предельный объём сорбционного пространства.
14. Теория адсорбции Ленгмюра. Изотерма Ленгмюра.
15. Теория адсорбции БЭТ.
16. Модель Ленгмюра-Хиншельвуда.
17. Модель Ридила-Эли.
18. Физическая и химическая абсорбция. Десорбция.
19. Плёночная модель абсорбции.
20. Модель обновляющейся поверхности.
21. Равновесие при абсорбции.
22. Кинетические закономерности при абсорбции.
23. Влияние взаиморасположения потока реагентов на скорость массопередачи при абсорбции.
24. Насадочная колонна. Методы интенсификации работы насадочной колонны.
25. Влияние линейной скорости потоков реагентов на скорость массопередачи при абсорбции.
26. Пенный аппарат. Основные конструкционные особенности.
27. Сравнительная характеристика насадочной колонны и пенного аппарата.
28. Модель «сжимающейся сферы».

29. Уравнение Ерофеева.
30. Области протекания процесса в системе «газ-твёрдое».
31. Лимитирующая стадия и её идентификация.
32. Кинетическая область процесса в системе «газ-твёрдое».
33. Внешнедиффузионная область процесса в системе «газ-твёрдое».
34. Внутريدиффузионная область процесса в системе «газ-твёрдое».
35. Процессы в системе «газ-твёрдое», лимитируемые растворением газа в твёрдом веществе, диффузией растворённого газа в твёрдом веществе

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-17:

36. Методы определения сорбционной ёмкости адсорбента
37. Методы определения удельной поверхности адсорбента
38. Методы определения прочности гранул.
39. Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
40. Оптимизация работы реактора по экономическим критериям

г) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-18:

41. Микро- и макрокинетические параметры управления скоростью гетерогенного процесса.
42. Принципы составления математической модели реактора.
43. Уравнение материального баланса химического реактора.
44. Реактор идеального вытеснения.
45. Проточный реактор полного смешения.
46. Реакторы с неидеальной структурой движения потока.
47. Реактор полного смешения периодического действия.
48. Решение задачи проектирования реактора идеального вытеснения.
49. Решение задачи проектирования проточного реактора полного смешения.
50. Решение задачи моделирования реактора идеального вытеснения.
51. Решение задачи моделирования проточного реактора полного смешения.
52. Каскад реакторов полного смешения.
53. Моделирование реактора с кипящим слоем катализатора.
54. Моделирование реактора для термообработки в кипящем слое.

д) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-19:

55. Тепловой баланс химического реактора.
56. Тепловые режимы работы реактора.
57. Температурные режимы работы реактора.
58. Изотермический температурный режим работы реактора.
59. Адиабатический температурный режим работы реактора.
60. Температурный режим работы реактора с частичной компенсацией теплового эффекта.
61. Оптимальная технологическая температура.
62. Температурный режим реактора с кипящим слоем катализатора.
63. Методы проведения процесса по линии оптимальных температур.
64. Многосекционный реактор с промежуточным теплообменом.
65. Многосекционный реактор с промежуточным вводом байпаса.
66. Тепловая устойчивость химического реактора.

3.2. Типовые контрольные вопросы к зачёту ПК-16, ПК-18, ПК-19:

1. Как провести процесс абсорбции малорастворимого газа при небольшой его концентрации в газовой фазе при необходимости использовать поглощенный компонент в процессе дальнейшей переработки?
2. Способы десорбции поглощенного газового компонента.
3. Факторы, способствующие увеличению скорости физического растворения.

4. Растворение с образованием новой твердой фазы. Возможные трудности и способы их преодоления.
5. Скорость кислотного разложения фосфата после энергичного начала падает и процесс прекращается, несмотря на достаточно высокую концентрацию кислоты в растворе. Чем это может быть обусловлено?
6. Каким образом может быть осуществлено выщелачивание целевого компонента из материала, содержащего в своем составе несколько растворимых компонентов?
7. Если при выпарке образуется вязкий концентрированный раствор или вязкая суспензия, какую схему многоступенчатой выпарной установки вы рекомендуете: прямоточную или противоточную? Почему?
8. Что нужно знать для выбора способа создания пересыщения для конкретного вещества?
9. Какими способами можно получить пересыщенный раствор для последующей кристаллизации продукта?
10. Что Вы можете предложить для увеличения размера кристаллов образуемой новой твердой фазы? От чего в основном зависит величина кристаллов?
11. Суспензия плохо и медленно отстаивается, осветленная жидкость отличается высокой мутностью. Что можно предпринять для улучшения процесса?
12. Произошел сбой в работе отделения фильтрации, скорость фильтрации упала, осадок имеет очень высокую влажность. Какие причины могли привести к сбою? Как это скажется на последующих стадиях и качестве продукта?
13. Как организовать разделение разбавленной суспензии, целевым продуктом в которой является твердая фаза?
14. Как организовать разделение разбавленной суспензии, целевым продуктом в которой является жидкая фаза?
15. Осадок трудно фильтруется, мелкокристаллический, содержит большое количество жидкой фазы. Как организовать его промывку, если целевой компонент содержится в жидкой фазе и его нужно сохранить для последующей переработки?
16. Как можно высушить раствор? Суспензию, не прибегая к её разделению?
17. В чем различия процессов сушки кристаллогидрата с получением в качестве продукта:
 - кристаллогидрата с фиксированным значением гидратной воды;
 - безводного продукта
18. Какие характеристики продукта следует знать, чтобы выбрать способ его гранулирования?
19. Каким образом может быть сгранулирован порошок, суспензия, раствор?
20. Продукт для гранулирования имеет температуру плавления 800° , не допускает увлажнения. Способ его грануляции?
21. Какими способами можно увеличить прочность гранул, полученных методом окатывания на движущейся поверхности, методом прессования?
22. Продукт, гранулированный методом окатывания, после сушки разрушается. Возможные причины и способы их устранения.
23. Продукт А имеет гигроскопическую точку 45%, продукт Б - 92%. Потребуется ли применять дополнительные меры по снижению слеживаемости для этих продуктов и какие?
24. Какие факторы влияют на гигроскопичность продукта? В чем разница между оценкой гигроскопичности по гигроскопической точке и коэффициенту гигроскопичности?
25. Продукт имеет высокую растворимость, существенный температурный коэффициент растворимости, имеет полиморфный переход при 30° . Что можно сказать о его слеживаемости?

3.3. Примерные темы курсовых работ ПК-16, ПК-18, ПК-19:

1. Методы получения разбавленной азотной кислоты
2. Способы получения борных удобрений
3. Способы производства поваренной соли
4. Методы получения жидких комплексных удобрений
5. Электрохимические методы получения каустической соды
6. Способы получения солей бария из природного сырья
7. Получение хлорида калия галургическим методом
8. Способы получения хлористого водорода
9. Получение десятиводного и безводного сульфата натрия
10. Производство нитрита и нитрата натрия

3.4. Типовые задания для выполнения контрольных работ:

Контрольная работа № 1

1. Обоснуйте возможности воздействия на процесс абсорбции с помощью таких факторов как температура, давление (общее и парциальное), химическое взаимодействие газа с жидкой фазой.
2. Основные факторы, определяющие скорость физического растворения твердых веществ и скорость выщелачивания.
3. Достоинства и недостатки схем многокорпусной выпарки.

Контрольная работа № 2

1. Области существования растворов. Способы создания пересыщения. устойчивость пересыщенных растворов.
2. Схема отстаивания и факторы, определяющие скорость стесненного осаждения частиц.
3. Основные отличия осадков, полученных отстаиванием, фильтрованием, центрифугированием? Как влияет соотношение скоростей фильтрации и отстаивания на выбор фильтров для различных суспензий.

Контрольная работа №3

1. Внешнедиффузионная область гетерогенно-каталитического процесса.
2. Реакторы с промежуточным вводом байпаса.
3. Окисление диоксида серы в реакторе с кипящим слоем катализатора.

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. 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 «Положения о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся» (Приказ ректора от 12.12.2014 № 463) и СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.