

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:51:00  
Уникальный идентификатор:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

## 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 .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	09
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.3.2. Лабораторные занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	14
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	15
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	15
10.2. Программное обеспечение .....	16
10.3. Информационные справочные системы .....	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16

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

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

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b>	способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> находить оптимальный путь решения поставленной задачи; составлять алгоритм решения поставленной задачи с использованием лицензионных пакетов прикладных программ;
<b>ОПК-3</b>	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	<b>Знать:</b> основы теории переноса тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; <b>Уметь:</b> на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса; проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки.
<b>ПК-1</b>	способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<b>Знать:</b> типовые процессы химической технологии; методы оценки эффективности производства; <b>Уметь:</b> проводить оценку эффективности химико-технологического процесса по технико-экономическим критериям; <b>Владеть:</b> основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе; навыками оценки качества продукции.
<b>ПК-4</b>	способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	<b>Знать:</b> методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей; <b>Уметь:</b> прогнозировать влияние

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		управляющих параметров на показатели протекания химико-технологических процессов в типовых реакторах; <b>Владеть:</b> навыками оценки экологических последствий принимаемых решений
<b>ПК-9</b>	способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	<b>Знать:</b> принципы организации химического производства, создания его иерархической структуры; <b>Уметь:</b> на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратурное оформление; <b>Владеть:</b> навыками анализа технической документации.
<b>ПК-18</b>	готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ; <b>Владеть:</b> навыками выполнения материальных и тепловых расчётов; навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части (Б1.Б.12) и изучается на 3 курсе (сессия 2,3).

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

Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Автоматизированное проектирование», дисциплин по выбору вариативной части образовательных программ по направлению «Химическая технология», 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)	8/288
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>28</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	20
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	10
курсовое проектирование (КР или КП)	2
КСР	
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>247</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен Зачет КР К(3)

### 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		0,5		5	ПК-1
2.	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	0,5	1		5	ПК-1
3	Материальные и тепловые расчёты	1	1		30	ОПК-3 ПК-18
4.	Равновесие химико-технологических процессов	1	1	1	30	ОПК-1 ОПК-3
5.	Скорость химико-технологических процессов	1	1	3	30	ОПК-1 ОПК-3

6	Модели идеализированных реакторов	1	1	2	30	ПК-4
7	Модели реакторов с неидеализированной структурой движения потоков	1	1	0,5	30	ПК-4
8	Гетерогенные процессы химической технологии	1	1		30	ПК-1 ПК-4
9	Гетерогенный и гомогенный катализ в химической технологии	1	1		30	ОПК-1 ПК-18
10	Важнейшие химические производства.	0,5	1	3	14	ПК-1 ПК-9
11	Экологические аспекты химической технологии		0,5	0,5	13	ПК-4

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u> Основные показатели и параметры протекания химико-технологических процессов (ХТП). Показатели качества протекания ХТП. Степень превращения. Выход продукта. Скорость ХТП. Избирательность.	0,5	Компьютерная презентация
3	<u>Материальные и тепловые расчёты</u> Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при производстве химических продуктов. Принципы составления материальных и энергетических балансов химического реактора и ХТП в целом.	1	Компьютерная презентация
4	<u>Равновесие химико-технологических процессов</u> Химическое равновесие. Связь термодинамической константы равновесия и изменения изобарно-изотермического потенциала. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Управление состоянием равновесия на примере единичной химической реакции. Управление состоянием равновесия сопряжённых реакций. Предварительная оценка технически и экономически обоснованных диапазонов изменения микрокинетических параметров при осуществлении ХТП.	1	Компьютерная презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Скорость химико-технологических процессов</u> Понятие о лимитирующей стадии ХТП. Методы и технология определения лимитирующей стадии процесса Скорость химической реакции. Управление скоростью необратимой реакции. Управление скоростью обратимой реакции с использованием закономерностей формальной кинетики. Влияние температуры, давления и состава реакционной смеси на скорость обратимой реакции.	1	Компьютерная презентация
6	<u>Модели идеализированных реакторов</u> Уравнение материального баланса химического реактора. Уравнение теплового баланса химического реактора. Модели проточного реактора полного смешения и реактора идеального вытеснения в изотермическом, адиабатическом и политермическом температурных режимах. Допущения, положенные в основу моделей. Решение задач проектирования и моделирования. Температурная устойчивость реактора.	1	Компьютерная презентация
7	<u>Модели реакторов с неидеализированной структурой движения потоков</u> Причины отклонения от идеализированного характера течения потоков. Диффузионная модель. Ячеечная модель. Функция распределения времени пребывания в проточных реакторах.	1	Компьютерная презентация
8	<u>Гетерогенные процессы химической технологии</u> Основные стадии протекания ХТП. Понятия о лимитирующих стадиях. Внешнедиффузионная область протекания гетерогенного процесса. Влияние параметров на его скорость.	1	Компьютерная презентация
9	<u>Гетерогенный и гомогенный катализ в химической технологии</u> Гетерогенный катализ. Его место в современном химическом производстве. Современные тенденции в развитии катализа и каталитических процессов. Основные характеристики твёрдых катализаторов.	1	Компьютерная презентация
10	<u>Важнейшие химические производства</u> Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.	0,5	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	Расчёт теоретических расходных коэффициентов по сырью и энергии	1	-
2	Расчёт показателей эффективности протекания химико-технологического процесса	2	-
3	Расчёт материальных и тепловых балансов химического реактора с различными температурными режимами при проведении единичных и сопряжённых реакций	2	
8	Расчёт времени полного превращения твёрдого материала для гетерогенного процесса, в системе «газ-твёрдое» для различных областей протекания	2	-
8	Сравнение показателей функционирования пенного и насадочного абсорбера	1	-
9	Сравнение эффективности гетерогенно-каталитического процесса при использовании различных катализаторов	1	Работа в команде
10	Современные химико-технологические схемы производства аммиака	1	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	Исследование влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси при проведении единичной реакции и сопряженных реакций. Определение диапазонов изменения управляющих параметров, обеспечивающих заданную производительность.	1	Компьютерная симуляция
5	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов формальной кинетики	1	Компьютерная симуляция
5	Определение кинетических параметров процесса на основании экспериментальных данных	1	Компьютерная симуляция
5	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов реальной кинетики	1	Компьютерная симуляция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	Исследование влияния управляющих параметров на производительность изотермического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	1	Компьютерная симуляция
6	Исследование влияния температуры на входе в реактор на производительность адиабатического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	0,5	Компьютерная симуляция
6	Оптимизация режимов работы реактора по технико-экономическим критериям	0,5	Работа в команде, групповая дискуссия
7	Моделирование работы реактора с учётом неидеальной структуры движения потоков	0,5	Работа в команде, групповая дискуссия
10	Моделирование режимов управления каталитическим реактором с применением различных катализаторов	1,5	Работа в команде, групповая дискуссия
10	Моделирование режимов работы многосекционного каталитического реактора с промежуточным теплообменом и вводом байпаса	1,5	Работа в команде
11	Оптимизация работы реактора по экологическим критериям	0,5	Компьютерная симуляция

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Сырьевая и энергетическая база химической промышленности</u> Классификация и характеристики сырья и вспомогательных материалов. Вода и воздух в балансе сырья. Требования к их качеству. Природные источники сырья и их ресурсы в РФ. Вторичные сырьевые ресурсы. Принципы обогащения сырья. Комплексное использование сырья и принципы создания малоотходных производств. Многовариантность химических схем производства продукта с использованием различных видов сырья. Энергетика химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.	5	Контрольная работа № 1



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<p><u>Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u></p> <p>Удельные материальные, энергетические и эксплуатационные затраты. Взаимосвязь между показателями качества протекания ХТП и их роль в формировании экономических показателей производства. Параметры управления и физико-механические характеристики ХТП: температура, давление, концентрация реагентов, продолжительность взаимодействия, применение катализаторов и ингибиторов, тип и конструкция реактора.</p>	5	Контрольная работа № 1
3	<p><u>Материальные и тепловые расчёты</u></p> <p>Самостоятельный расчёт материальных и тепловых балансов химического реактора по исходным данным технологических регламентов</p>	30	Контрольная работа № 1
4	<p><u>Равновесие химико-технологических процессов</u></p> <p>Обоснование полученных расчётных данных моделированию влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава и сравнение с известной литературной информации. Подготовка отчётов по лабораторным работам</p>	30	Контрольная работа № 2
5	<p><u>Скорость химико-технологических процессов</u></p> <p>Закономерности реальной кинетики. Управление скоростью химической реакции с учётом закономерностей реальной кинетики. Оптимизация параметров оперативного и стратегического управления скоростью химической реакции. Понятие дифференциальной селективности. Методы управления дифференциальной селективностью. Влияние температуры, давления и состава реакционной среды на изменение скорости сопряжённых реакций.</p>	30	Контрольная работа № 2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	<p><u>Модели идеализированных реакторов</u></p> <p>Технико-экономическое обоснование выбора модели реактора. Условия применения моделей. Модель реактора полного смешения периодического действия. Постановка задачи оптимизации режимов работы реактора. Критерии оптимальности. Практическая значимость результатов оптимизации. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленном реакторе. Методы приближения к оптимальному температурному режиму в единичном реакторе. Секционирование реакционных зон. Многосекционные реакторы идеального вытеснения с промежуточным теплообменом. Управление температурным режимом многосекционного реактора идеального вытеснения с использованием байпасных потоков. Каскад реакторов полного смешения. Методики расчёта количества реакторов и конечного состава реакционной смеси.</p>	30	Контрольная работа № 3
7	<p><u>Модели реакторов с неидеализированной структурой движения потоков</u></p> <p>Химические реактора с неидеальной структурой потока</p>	30	Письменный опрос №1
8	<p><u>Гетерогенные процессы химической технологии</u></p> <p>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 его скорость. Основные уравнения скорости процесса в этой области и их анализ. Общие способы увеличения скорости гетерогенного процесса. Гетерогенные процессы в системах «Газ-твёрдое», «Газ-жидкость» и «Жидкость-твёрдое».</p>	30	Письменный опрос №2
9	<p><u>Гетерогенный и гомогенный катализ в химической технологии</u></p> <p>Гомогенный катализ в системе «Жидкость – жидкость», ее отличие от других видов катализа, промежуточные соединения в жидкофазных реакциях, кинетика жидкофазных реакций. Виды и типы реакций</p>	30	Письменный опрос №3

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
10	<u>Важнейшие химические производства</u> Основные производства на основе синтез-газа. Производство водорода. Синтез аммиака. Контактное производство серной кислоты. Производство азотной кислоты и минеральных удобрений. Производство алюминия. Экологические аспекты современных химических производств и функционирования топливно-энергетического комплекса. Водородная энергетика.	7	Контрольная работа № 3
11	<u>Экологические аспекты химической технологии</u> Очистка промышленных газовых выбросов и жидких стоков; традиционные и современные передовые технологии: транспорт; водородная, атомная и теплоэнергетики; химическое, нефтехимическое и нефтеперерабатывающее производства.	13	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 (сессия 3), защиты курсовой работы (сессия 3), зачёта (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) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки 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) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и, вопрос, направленный на проверку умений и навыков.

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

Пример вариант вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Внешнедиффузионная область гетерогенного процесса в системе «газ-твёрдое».
2. Сравнение моделей ИВ и ПС в адиабатическом режиме. (На примере конкретного химико-технологического процесса)

Пример вариант вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Физико-химические основы процесса паровой конверсии природного газа
2. Расчёт материального баланса узла смешения потоков в колонне синтеза метанола с промежуточным вводом байпаса.

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. Харлампиدي. - 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. Харлампиدي. - 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/>.

Полнотекстовые 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](http://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 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 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 «Общая химическая технология»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ОПК-1	<b>способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>	промежуточный
ОПК-3	<b>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</b>	промежуточный
ПК-1	<b>способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</b>	промежуточный
ПК-4	<b>способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</b>	промежуточный
ПК-9	<b>способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования</b>	промежуточный
ПК-18	<b>готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</b>	промежуточный

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

<b>Показатели оценки результатов освоения дисциплины</b>	<b>Планируемые результаты</b>	<b>Критерий оценивания</b>	<b>Компетенции</b>
Освоение раздела № 1	Знает типовые процессы химической технологии	Правильные ответы на вопросы №14-18 к экзамену	ПК-1
Освоение раздела №2	Знает методы оценки эффективности производства	Правильные ответы на вопросы №14-18 к экзамену	ПК-1
	Владеет навыками оценки качества продукции.	Выполнение курсовой работы	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 3	Знает основы теории переноса тепла и массы	Правильные ответы на вопросы №12-13 к экзамену Правильные ответы на вопросы № к зачёту	ОПК-3
	Умеет на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса	Правильные ответы на вопросы №6-13 к экзамену Выполнение курсовой работы	ОПК-3
	Владеет навыками выполнения материальных и тепловых расчётов	Правильные ответы на вопросы №44-50 к экзамену Выполнение курсовой работы	ПК-18
Освоение раздела №4	Умеет составлять алгоритм решения поставленной задачи с использованием лицензионных пакетов прикладных программ	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену Выполнение курсовой работы	ОПК-1
	Знает принципы физического моделирования химико-технологических процессов	Правильные ответы на вопросы №6-13 к экзамену	ОПК-3
	Умеет проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки	Правильные ответы на вопросы №6-13 к экзамену Выполнение курсовой работы	ОПК-3
Освоение раздела № 5	Умеет составлять алгоритм решения поставленной задачи с использованием лицензионных пакетов прикладных программ	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену Выполнение курсовой работы	ОПК-1
	Знает принципы	Правильные ответы	ОПК-3



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	физического моделирования химико-технологических процессов	на вопросы №6-13 к экзамену Правильные ответы на вопросы № к зачёту	
	Умеет проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки	Правильные ответы на вопросы №6-13 к экзамену Правильные ответы на вопросы № к зачёту Выполнение курсовой работы	ОПК-3
Освоение раздела № 6	Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Правильные ответы на вопросы №19-28 к экзамену Правильные ответы на вопросы № к зачёту	ПК-4
	Умеет прогнозировать влияние управляющих параметров на показатели протекания химико-технологических процессов в типовых реакторах	Правильные ответы на вопросы №19-28 к экзамену Выполнение курсовой работы	ПК-4
Освоение раздела № 7	Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей	Правильные ответы на вопросы №29-32 к экзамену	ПК-4
Освоение раздела № 8	Владеет основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе	Правильные ответы на вопросы №29-42 к экзамену Правильные ответы на вопросы № 8-16 к зачёту Выполнение курсовой работы	ПК-1
	Знает методы оптимизации химико-технологических процессов с	Правильные ответы на вопросы №19-28 к экзамену	ПК-4

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	применением эмпирических и/или физико-химических моделей		
Освоение раздела № 9	Умеет находить оптимальный путь решения поставленной задачи;	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену Правильные ответы на вопросы № 1-5 к зачёту Выполнение курсовой работы	ОПК-1
	Умеет рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ	Правильные ответы на вопросы №44-46 к экзамену Выполнение курсовой работы	ПК-18
	Владеет навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели.	Правильные ответы на вопросы №47-50 к экзамену Выполнение курсовой работы	ПК-18
Освоение раздела № 10	Умеет проводить оценку эффективности химико-технологического процесса по технико-экономическим критериям	Правильные ответы на вопросы №6-7 к зачёту Выполнение курсовой работы	ПК-1
	Знает принципы организации химического производства, создания его иерархической структуры	Правильные ответы на вопросы № 22-32 к зачёту	ПК-9
	Умеет на основе знаний по термодинамике и кинетике химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратное оформление	Выполнение курсовой работы	ПК-9

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Владеет навыками анализа технической документации.	Выполнение курсовой работы	ПК-9
Освоение раздела № 11	Владеет навыками оценки экологических последствий принимаемых решений	Правильные ответы на вопросы №17-21 к зачёту Выполнение курсовой работы	ПК-4

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 и для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-1:**

- 1) Маршрут реакции, скорости по маршруту. Число независимых маршрутов реакции.
- 2) Равновесие химико-технологических процессов. Связь константы равновесия и энергии Гиббса. Изобара Вант-Гоффа.
- 3) Влияние состава реакционной смеси на наблюдаемую скорость обратимой реакции.
- 4) Влияние температуры на скорость обратимой экзотермической реакции.
- 5) Влияние температуры на скорость обратимой эндотермической реакции.

##### **б) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-3:**

- 6) Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению формальной кинетики
- 7) Определение величины оптимальной температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению реальной кинетики.
- 8) Определение равновесного состава реакционной смеси.
- 9) Определение равновесного состава реакционной смеси многомаршрутного процесса
- 10) Оптимальная температура. Расчёт и анализ влияния технологических параметров

11) Влияние давления и температуры на равновесие газофазных реакций. (На примере конкретного химико-технологического процесса).

12) Общие принципы составления материального баланса химического реактора

13) Общие принципы составления теплового баланса химического реактора

##### **в) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:**

14) Управляющие параметры ХТП.

15) Показатели эффективности протекания ХТП.

16) Типы технологических связей ХТС.

17) Ресурсосбережение в химической технологии.

18) Энергосбережение в химической технологии.

##### **г) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:**

19) Модели идеализированных реакторов.

20) Идеализированная модель полного смешения. Изотермический температурный режим.

21) Идеализированная модель идеального вытеснения. Изотермический температурный режим.

- 22) Идеализированная модель полного смешения. Адиабатический температурный режим.
- 23) Идеализированная модель идеального вытеснения. Адиабатический температурный режим.
- 24) Сравнение идеализированных моделей ИВ и ПС в изотермическом режиме. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
- 25) Сравнение моделей ИВ с разными температурными режимами. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
- 26) Сравнение моделей ИВ и ПС в адиабатическом режиме. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
- 27) Сравнение моделей ПС с различными температурными режимами при проведении эндотермической обратимой реакции. (На примере конкретного химико-технологического процесса)
- 28) Сравнение моделей ИВ с различными температурными режимами при проведении экзотермической обратимой реакции. (На примере конкретного процесса)
- 29) Модели реакторов с неидеализированной структурой движения потоков
- 30) Диффузионная модель реактора с неидеализированной структурой движения потоков
- 31) Ячеечная модель реактора с неидеализированной структурой движения потоков
- 32) Двухфазная модель химического реактора
- 33) Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внешней диффузии.
- 34) Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внутренней диффузии.
- 35) Кинетическая модель гетерогенного процесса в области внутренней диффузии
- 36) Переходная область протекания ХТП
- 37) Расчёт кинетических параметров гетерогенного процесса в системе «газ-твёрдое».
- 38) Методика определения времени полного превращения твёрдого материала в кинетической области
- 39) Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внешнедиффузионной области
- 40) Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внутридиффузионной области
- 41) Области протекания гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия и её идентификация.
- 42) Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость». Физическая адсорбция. Химическая адсорбция.
- 43) Гетерогенные процессы в системе «газ-жидкость». Плёночная модель.
- д) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-18:**
- 44) Катализ. Основные характеристики твёрдых катализаторов.
- 45) Кинетика гомогенных каталитических реакций
- 46) Современные экспериментальные методы исследования кинетики каталитических реакций.
- 47) Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Область внешней диффузии.
- 48) Стадии гетерогенно-каталитического процесса. Область внутренней диффузии.
- 49) Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Модель Ленгмюра-Хиншельвуда
- 50) Кинетика гетерогенно-каталитического процесса. Модель Ридила-Эли.

### **3.2. Типовые контрольные вопросы к зачёту:**

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

- 1) Физико-химические основы процесса паровой конверсии природного газа.
- 2) Физико-химические основы процесса паровой конверсии СО.
- 3) Физико-химические основы процесса синтеза метанола.

- 4) Физико-химические основы процесса синтеза аммиака.
- 5) Физико-химические основы процесса контактного окисления диоксида серы
- б) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:**
- 6) Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
- 7) Оптимизация работы реактора по экономическим критериям
- в) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-4:**
- 8) Проточный реактор полного смешения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
- 9). Проточный реактор полного смешения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
- 10) Реактор идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
- 11) Реактор идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме. Влияние температуры на производительность по целевому продукту.
- 12) Энерготехнологическое комбинирование в химической промышленности.
- 13) Температурная устойчивость химического реактора.
- 14) Множественность стационарных состояний.
- 15) Нестационарные режимы работы проточного реактора.
- 16). Динамические режимы проведения ХТП
- 17) Водоподготовка в химической промышленности.
- 18) Методы защиты атмосферы от оксидов азота
- 19) Методы защиты атмосферы от оксидов серы
- 20) Утилизация твердых отходов химических производств.
- 21) Оптимизация работы реактора по экологическим критериям.
- г) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-9:**
- 22) ХТС синтеза метанола.
- 23) ХТС синтеза аммиака.
- 24) Контактное окисление диоксида серы.
- 25) Производство серной кислоты.
- 26) Окисление аммиака.
- 27) Производство водорода.
- 28) Конверсия природного газа
- 29) Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.
- 30). ХТП первичной переработки нефти.
- 31). Деструктивные процессы переработки нефти.
- 32). Термический и каталитический крекинг нефтепродуктов.

### **3.3. Примерные темы курсовых работ (ОПК-1, ОПК-3, ПК-1, ПК-4, ПК-9, ПК-18):**

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

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.

### **3.4 Примерные задания для выполнения контрольных работ**

*Задание 1.* Рассчитайте какой объем занимает смесь азота с водородом при н.у., если масса смеси 200 кг, а массовая доля водорода 0,6.

*Задание 2.* Окисление оксида углерода кислородом воздуха проходит по реакции:  
 $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$

Исходная концентрация оксида углерода, кислорода и диоксида углерода равны (моль.доли): а)  $Z_{\text{Nco}} = 0.25$ , остальное – воздух; б)  $Z_{\text{Nco}} = 0.25$ ,  $Z_{\text{Nco}_2} = 0.05$  остальное – воздух.

Дана зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 29791/T + 0.169 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.324 \cdot 10^5/T^2 - 9.495$$

А) Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода (ХЕ) и равновесный состав (ZЕi) при  $T=800\text{K}$  и  $P=1$  атм.

Б) Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода (ХЕ) и равновесный состав (ZЕi) при  $T=1000\text{K}$  и  $P=1$  атм.

В) Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода (ХЕ) и равновесный состав (ZЕi) при  $T=800\text{K}$  и  $P=5$  атм.

Г) Рассчитать равновесную степень превращения оксида углерода (ХЕ) и равновесный состав (ZЕi) при  $T=1000\text{K}$  и  $P=5$  атм.

*Задание 3.* Роль катализа в химической промышленности.

## **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.