

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 19:24:34  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Приложение № 1  
к рабочей программе модуля  
"Технологическое оборудование химических и  
нефтехимических производств"

## **Рабочая программа дисциплины**

# **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Направление подготовки

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность программы бакалавриата

**Проектирование, эксплуатация и диагностика  
технологических машин и оборудования**

Профессиональный модуль

**Технологическое оборудование  
химических и нефтехимических производств**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик, профессор		Профессор Р.Ш. Абиев

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»  
обсуждена на заседании кафедры Оптимизации химической и биотехнологической  
аппаратуры  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Р.Ш. Абиев

Заведующий кафедрой

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		доцент А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

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

**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:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	<p><b>Знать:</b> основные приемы работы с научно-технической информацией;</p> <p><b>Уметь:</b> систематически изучать и анализировать отечественный и зарубежный опыт в разработке энерго- и ресурсосберегающего оборудования;</p> <p><b>Владеть:</b> Современными программами - Mathcad 14.</p>
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	<p><b>Знать:</b> методы математического моделирования процессов, протекающих в технологическом оборудовании, для оптимизации параметров проектируемого технологического оборудования;</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать параметры энерго- и ресурсосбережения технологического оборудования;</p> <p><b>Владеть:</b> Современными методами расчета процессов тепло- и массопереноса в технологических машинах и оборудовании.</p>
ПК-15	умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин	<p><b>Знать:</b> основы выбора оптимальных режимов работы технологического оборудования;</p> <p><b>Уметь:</b> формулировать и решать задачи энерго- и ресурсосбережения;</p> <p><b>Владеть:</b> Современными методами расчета показателей эффективности технологического оборудования.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02.02 «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» относится к вариативной части учебного плана, профессиональному модулю Б1.В.ДВ.02.02 (модуль 02 «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств») и изучается на 5 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин: физика, математика, техническая термодинамика и теплотехника, теория механизмов и машин, гидравлические машины, процессы и аппараты химической технологии.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении расчетной части выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>24</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	16
семинары, практические занятия	8
лабораторные работы	8
курсовое проектирование (КР или КП) КСР	
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>183</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>4Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (9)</b>

#### 4. Содержание дисциплины

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Иерархические уровни энерго-и ресурсосбережения.				23	ПК-1, ПК-2, ПК-15
2	Принципы оптимизации массообменных технологий на основе метода дискретно-импульсного ввода	2	2	2	40	
3	Принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода	2	2	2	40	
4	Энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах	2	2	2	40	
5	Мини- и микроаппараты	2	2	2	40	
	<b>ИТОГО</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>183</b>	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b><i>Принципы оптимизации массообменных технологий на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии</i></b></p> <p>О моделях массопереноса. Способы оптимизации массообменных процессов. Классификация оборудования для массообмена. Анализ эффективности периодического возбуждения в процессах массопереноса.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия.
3	<p><b><i>Принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии</i></b></p> <p>Основные факторы, определяющие интенсификацию тепломассообменных и гидромеханических процессов. Принцип дискретизации вводимой энергии. Альтернативные подходы к интенсификации процессов в многофазных средах: Концепции локально изотропной турбулентности и дискретно-импульсного ввода энергии (ДИВЭ). Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия.
4	<p><b><i>Энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах</i></b></p> <p>Сбережение энергии и ресурсов при использовании пульсационных аппаратов нового поколения. Классификация резонансной колебательной аппаратуры как объектов химической техники и как объектов теории колебаний. конструкции пульсационных резонансных аппаратов.</p>	2	Слайд-презентация
5	<p><b><i>Мини- и микроаппараты</i></b></p> <p>Мини- и микроаппараты химических производств. Особенности мини- и микроаппаратуры, обусловленные малыми поперечными размерами канатов. Микротеплообменники. Микросмесители. Микрореакторы. Особенности газожидкостных реакторов: гидродинамика и массоперенос, режимы течения.</p>	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	1 Расчет размеров капель, образующихся при колебаниях (2 ч).	2	Слайд-презентация
3	2 Расчет размеров пузырей, образующихся при дискретно-импульсном вводе энергии (2 ч).	2	Слайд-презентация
4	3 Расчет собственных частот малых колебаний системы жидкость - газ в пульсационных аппаратах (1 ч). 4 Расчет собственных частот малых колебаний системы жидкость - газ в пульсационных аппаратах различных конфигураций (1 ч).	2	Слайд-презентация
5	5 Расчет гидродинамики системы жидкость - газ в микрореакторе (2 ч).	2	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Разработка математической модели и расчет вихревого аппарата для получения тонкодисперсной эмульсии	2	Слайд-презентация
3	Разработка математической модели и расчет пульсационного резонансного аппарата для растворения и эмульгирования	2	Слайд-презентация
4	Разработка математической модели и расчет пульсационного резонансного аппарата для экстракции	2	Слайд-презентация
5	Разработка математической модели и расчет микрореактора для получения биодизельного топлива и алкилирования 5-фенилтетразола	2	Слайд-презентация

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Альтернативные источники энергии.	23	Устный опрос
2	Альтернативные методы физической интенсификации процессов диспергирования имассообмена.	40	
3	Совмещенные процессы	40	
4	Пульсационные аппараты для систем жидкость-твердое и жидкость-жидкость	40	
5	Методы организации тейлоровского течения всистемах жидкость-газ и жидкость-жидкость	40	Выполнение контрольных работ

#### 4.4.1. Темы презентаций для коллективного обсуждения

№ раздела дисциплины	Содержание слайд-презентации	Вопросы для коллективного обсуждения, коллективного решения технической задачи
1	Введение. Иерархические уровни энерго- и ресурсосбережения.	Традиционных показателей энерго- и ресурсосбережения. Определения энерго- и ресурсосбережение в узком и в широком смысле.
2	Принципы оптимизации массообменных технологий на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии	Массообменные процессы в легкоподвижных средах - жидкости, газе. Модели массопереноса. Влияние различных факторов на коэффициент массоотдачи.
3	Принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии	Течение Куэтта-Тейлора. Вихри Тейлора. Вихри Дина. Кориолисовы вторичные течения.
4	Энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах	Методы расчета резонансной частоты(частот)в пульсационных аппаратах различной геометрии.
5	Мини- и микроаппараты	Классификация и конструкции микрореакторов, микротеплообменников, микроэкстракторов, микро дистилляторов

#### 4.5. Контрольные работы

Контрольная работа состоит из отдельных заданий, связанных единством процессов и аппаратов, предназначенных для реализации этих процессов.

##### **Примерные темы контрольных работ: Контрольная работа №1:**

Определить размеры капель, образующихся в пульсационном аппарате диаметром 400 мм, при угловой частоте колебаний  $8\text{с}^{-1}$ , амплитуда колебаний сплошной среды в аппарате 0,05 м. Размеры капель оценить по следующим моделям: Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца, Неустойчивость Релея-Тейлора, Дробление капель в турбулентном потоке жидкости, Кавитационный механизм, Динамический механизм, Сдвиговой механизм эмульгирования.

##### **Контрольная работа №2:**

По условиям задания Кр 1 определить собственные частоты колебаний для 2-5 мод колебаний капель размерами 100 мкм, 1 мм и 10 мм, используя формулу Релея.

##### **Контрольная работа №3:**

Определить объемную долю сферических пузырьков в газожидкостной системе, при которой расстояние между ними меньше их диаметра.

##### **Контрольная работа №4:**

Определить размер пузырей, образующихся в пульсационном аппарате, используя данные задачи 1 и прилагаемые к ней формулы. Считать, что в пузырях находится насыщенный пар жидкости с индексом "1".

Расчетно-пояснительная записка с решениями контрольных работ содержит 10-12 страниц текста размером 13-14 пт. с интервалом 1,5.

#### 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 Медиа: <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. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, приведенного в Приложении №1, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

**а) основная литература:**

1. Абиев, Р. Ш. Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса : учебное пособие / Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов, В. Н. Соколов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - СПб.: [б. и.], 2015 - Ч. 1 : Теплообменные аппараты. Примеры и задачи. - 2015. - 96 с. (ЭБ)
2. Химические реакторы и печи : учебное пособие / В. Н. Соколов, М. Д. Бушков. Р. Ш. Абиев, В. А. Некрасов; СПбГТИ(ТУ). Каф. оптимизации хим. и биотехнол. аппаратуры. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: [б. и.], 2014. - 94 с. (ЭБ)
3. Титова, Л. М. Массообменные процессы в химической и пищевой технологии. Лабораторные и практические занятия : учебное пособие для вузов по направлениям подготовки: "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" (профиль "Машины и аппараты химических производств"), "Технологические машины и оборудование" (профиль "Машины и аппараты пищевых производств") / Л. М. Титова. И. Ю. Алексанян, А. Х.-Х. Нугманов. - Электрон, текстовые дан. - СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2014. - 224 с.

**б) дополнительная литература:**

4. Инженерно-экологический справочник. / А.С. Тимонин, Р.Ш. Абиев, О.А. Голубева, А.М. Гонопольский, С.М. Дмитриев, А.Б. Санчес и др. Изд. 2-е, перераб., исправл. и дополи. Под общ.редакц. А.С. Тимонина. Калуга: Изд-во ООО «Ноосфера», 2015. Т. 1, 1148 с. Т. 2, 960 с. Т. 3, 1128 с.
5. Беляев, В. С. Энергоэффективность и теплозащита зданий : учебное пособие/ В. С. Беляев, Ю. Г. Гранин, Ю. А. Матросов. - М.: АСВ, 2014. - 400 с.
6. Либерман, Н. Выявление и устранение проблем в нефтепереработке. Практическое руководство / Н. Либерман ; пер. с англ, под ред. О. Ф. Глаголевой. - СПб.: Профессия, 2014. - 528 с.

**в) вспомогательная литература:**

7. Абиев, Р.Ш. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии/ Р.Ш. Абиев. СПб.: Изд-во «ВВМ», 2006. - 188 с.

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

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>
2. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент): Информационно-поисковая система  
<http://www.fiDS.ru/wps/wcm/connect/content ru/ru/inform resources/inform retrieval system/>
3. Строительный портал ВесьБетон - все о строительстве и производстве строительных материалов. - <http://www.allbeton.ru/>

электронно-библиотечные системы:

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

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

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

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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

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

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен 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;
- учебные видеоматериалы;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice;  
Пакет прикладных программ MathCad

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

1. Справочно-информационная система поиска нормативных документов  
<http://eostrf.com/>
2. Строительные нормы и правила - СНИП.РФ. - <http://снип.рф/5щр/>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для**

### **осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **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 энерго- и ресурсосбережения»**

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

Индекс	Компетенции Формулировка <sup>2</sup>	Этап формирования <sup>3</sup>
ПК-1	<b>способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</b>	Промежуточный
ПК-2	<b>умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>	Промежуточный
ПК-15	<b>умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин</b>	Промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции

жирным шрифтом выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)  
этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный - если нет предшествующих дисциплин, итоговый - если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Освоение раздела № 1	Знает состояние проблем энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Умеет анализировать уровни энерго- и ресурсосбережения. Владеет методами расчета показателей энерго- и ресурсосбережения.	Правильные ответы на вопросы № 1-3. 10-19	ПК-1. ПК-15
Освоение раздела № 2	Знает принципы оптимизации массообменных технологий. Умеет производить анализ эффективности процессов массопереноса. Владеет методами классификации оборудования для массообмена.	Правильные ответы на вопросы №4-9	ПК-2
Освоение раздела № 3	Знает принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования. Умеет применять альтернативные подходы к интенсификации процессов в многофазных средах. Владеет принципами расчета энергосберегающего оборудования на основе дискретно-импульсного ввода энергии.	Правильные ответы на вопросы № 19-42	ПК-15
Освоение раздела № 4	Знает энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах. Умеет применять сбережение энергии и ресурсов при использовании пульсационных аппаратов нового поколения. Владеет принципами синтеза конструкций резонансных аппаратов.	Правильные ответы на вопросы № 43-49	ПК-15
Освоение раздела № 5	Знает особенности мини- и микроаппаратуры. обусловленные малыми поперечными размерами каналов. Умеет выбирать микромасштабное технологическое оборудование. Владеет методами расчета микромасштабных аппаратов.	Правильные ответы на вопросы № 50-56	ПК-15

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания -  
балльная.<sup>3</sup>

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации,  
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у  
студента по компетенции ПК-1:**

1. Средства поиска информации в интернете.
2. Патентные серверы. Сайты издательств.
3. Системы Scopus, Elibrary, ResearchGate.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

4. Пленочная (двухпленочная) модель Льюиса и Уитмена.
5. Модель пограничного диффузионного слоя.
6. Модель обновления межфазной поверхности (модель проникания, или пенетрационная модель).
7. Перечислить пути сбережения энергии и ресурсов, используя основное уравнение массопереноса.
8. Какую долю в газожидкостной системе должны занимать пузырьки, чтобы расстояние между ними было порядка их диаметра?
9. Изобразите характер зависимости скорости звука от газосодержания в газожидкостной системе.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-15:**

10. Дать определение энерго- и ресурсосбережения в узком смысле.
11. Дать определение энерго- и ресурсосбережения в широком смысле.
12. Пути энерго- и ресурсосбережения на различных иерархических уровнях (дать таблицу).
13. Пути энерго- и ресурсосбережения на уровне наномасштаба.
14. Пути энерго- и ресурсосбережения на уровне микромасштаба.
15. Пути энерго- и ресурсосбережения на уровне мезомасштаба.
16. Пути энерго- и ресурсосбережения на уровне макромасштаба.
17. Пути энерго- и ресурсосбережения на уровне мегамасштаба.
18. Перечислить пути сбережения энергии и ресурсов, используя основное уравнение массопереноса.
19. Традиционная и новая классификации аппаратов для массообменных процессов в двухфазных системах. Дать таблицу.
20. Дать схему перераспределения потенциальной энергии при нестационарном движении.
21. Дать схему перераспределения кинетической энергии при нестационарном движении.
22. Проиллюстрировать графически варианты существенно нестационарной организации процесса диспергирования.
23. В чем заключается принцип пространственной дискретизации энергии?
24. В чем заключается принцип временной дискретизации энергии?
25. Сравнить аналитически стационарную и нестационарную формы организации процесса массопереноса (привести основные положения).
26. В чем проявляются условия эффективности пульсационной организации массообменного процесса в системах Ж-Г, Ж-Ж и Ж-Т.
27. Перечислить пять явлений, влияющих на межфазный массоперенос при реализации принципа нестационарных воздействий на гетерогенные среды.
28. Перечислить четыре способа воздействия на частицы дисперсной фазы, направленные на улучшение процессов массопереноса.

29. Проиллюстрировать способ интенсификации процессов путем увеличения скорости относительного движения фаз при конвективном движении, привести необходимые формулы.
30. Проиллюстрировать способ интенсификации процессов путем увеличения скорости относительного движения фаз при локально-нестационарном движении, привести необходимые формулы.
31. Проиллюстрировать способ интенсификации процессов путем создания мощного сдвигового поля, привести необходимые формулы.
32. Проиллюстрировать способ интенсификации процессов путем возбуждения кавитации.
33. Проанализировать графически принцип пространственной и временной дискретизации энергии, вводимой в гетерогенную среду, с точки зрения рационального выбора продолжительности действия импульса, приложенного к системе.
34. В чем суть концепции локально изотропной турбулентности при диспергировании и массопереносе в гетерогенных системах?
35. В чем суть концепции дискретно-импульсного ввода энергии при диспергировании и массопереносе в гетерогенных системах?
36. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: основные положения.
37. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Пульсационные аппараты с периодическим изменением давления.
38. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Пульсационные аппараты с активной диафрагмой.
39. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Аппараты адиабатного вскипания.
40. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Роторно-пульсационные диспергаторы.
41. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Роторно-пульсационные сатураторы.
42. Энергосберегающее оборудование на основе ДИВЭ: Энергетические аспекты аппаратов ДИВЭ (сравнение размеров капель в различных видах оборудования).
43. Пульсационные и вибрационные аппараты: классификация.
44. Принцип возбуждения резонансных колебаний в пульсационных аппаратах.
45. Классификация резонансных аппаратов как объектов теории колебаний.
46. Пути сбережения энергии и ресурсов при использовании пульсационных аппаратов нового поколения.
47. Какую долю в газожидкостной системе должны занимать пузырьки, чтобы расстояние между ними было порядка их диаметра?
48. Изобразите характер зависимости скорости звука от газосодержания в газожидкостной системе.
49. Перечислить наиболее значимые механизмы, способствующие дроблению капель в пульсационном аппарате.
50. Области применения мини- и микроаппаратов химических производств.

51. Особенности мини- и микроаппаратуры, обусловленные малыми поперечными размерами каналов.
52. Конструкции микротеплообменников.
53. Конструкции микросмесителей.
54. Конструкции микрореакторов.
55. Конструкции микродистилляторов.
56. Особенности газожидкостных, реакторов: гидродинамика и массоперенос, режимы течения.

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.

**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 СПП

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