

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.11.2023 16:30:14
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
«02» декабря 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Направленность: Технологическое оборудование химических
и нефтехимических производств**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		проф. Р.Ш. Абиев

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»
обсуждена на заседании кафедры Оптимизации химической и биотехнологической
аппаратуры

протокол от «27» октября 2021 № 4
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «30» ноября 2021 № 4

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	4
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.....	9
4.3.1. Семинары, практические занятия	9
4.3.2. Лабораторные занятия.	10
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	10
4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения	10
4.4.2. Контрольные задачи	11
4.4.3. Контрольная работа	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	14
10.1. Информационные технологии.	14
10.2. Программное обеспечение.	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15
Приложение № 1	16
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»	16

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

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

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-3 Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	ПК-3.1 Выполнение анализа и обработки научно-технической, патентной информации и результатов исследований в области энергосбережения	Знать: теоретические основы энерго- и ресурсосбережению в химических технологиях (ЗН-1). Уметь: Ставить и решать задачи энерго- и ресурсосбережения в различных видах химико-технологического оборудования (У-1). Владеть: навыками решения задач энерго- и ресурсосбережения (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы⁴.

Дисциплина «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» является обязательной и относится к части Блока 1 образовательной программы бакалавриата (Б1.В.01), формируемой участниками образовательного процесса, и изучается в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Физика», «Теоретическая механика», «Материаловедение», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения» знания, умения и навыки необходимы для изучения дисциплин профессионального цикла «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса», и могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

⁴ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
	7 сем
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	118
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (4)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	10
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	62
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36)

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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение. Иерархические уровни энерго- и ресурсосбережения.	4	0	0	11	ПК-3	ПК-3.1
2	Принципы оптимизации массообменных технологий на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии	8	6	6	12		
3	Принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии	12	8	0	12		
4	Энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах	8	10	20	15		
5	Мини- и микроаппараты	4	12	10	12		
	ИТОГО	36	36	36	62		

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
1	<i>Введение. Иерархические уровни энерго- и ресурсосбережения.</i> Цели и задачи учебной дисциплины. Анализ состояния проблемы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии. Иерархические уровни энерго- и ресурсосбережения по П.Д. Саркисову: наномасштаб, микромасштаб, мезомасштаб, макромасштаб, мегамасштаб	4	ЛВ
2	<i>Принципы оптимизации массообменных технологий на основе метода дискретно-импульсного ввода энергии</i> О моделях массопереноса. Способы оптимизации массообменных процессов. Классификация оборудования для массообмена. Анализ эффективности периодического возбуждения в процессах массопереноса. Дополнительные условия эффективности пульсационной организации массообменного процесса	8	ЛВ
3	<i>Принципы разработки новых энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования на основе методов дискретно-импульсного ввода энергии</i> Основные факторы, определяющие интенсификацию тепломассообменных и гидромеханических процессов. Принцип дискретизации вводимой энергии. Альтернативные подходы к интенсификации процессов в многофазных средах: Концепции	12	ЛВ, Д

⁵ **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажёров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма ⁵
4	<p><i>Энерго- и ресурсосберегающие технологии, реализуемые в пульсационных резонансных аппаратах</i></p> <p>Сбережение энергии и ресурсов при использовании пульсационных аппаратов нового поколения. Принципы синтеза конструкций резонансных аппаратов. Классификация резонансной колебательной аппаратуры как объектов химической техники и как объектов теории колебаний. Особенности обменных процессов в колебательных резонансных аппаратах для систем жидкость - твердая частицы, жидкость – жидкость, жидкость – газ, жидкость - плотный зернистый слой. Некоторые конструкции пульсационных резонансных аппаратов.</p>	8	ЛВ, Д
5	<p><i>Мини- и микроаппараты</i></p> <p>Мини- и микроаппараты химических производств. Особенности мини- и микроаппаратуры, обусловленные малыми поперечными размерами каналов. Микротеплообменники. Микросмесители. Микрореакторы. Микродистилляторы. Особенности газожидкостных реакторов: гидродинамика и массоперенос, режимы течения.</p>	4	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	1 Расчет зависимости изотермической скорости звука от паро- или газосодержания; Расчет объемной доли при заданном расстоянии между частицами дисперсной фазы (2ч) 2 Расчет размеров капель, образующихся при колебаниях (4 ч).	6		МК
3	3 Расчет размеров пузырей, образующихся при дискретно-импульсном вводе энергии (4 ч). 4 Расчет собственных частот мод колебаний капель, образующихся при дискретно-импульсном вводе энергии (4 ч).	8	2	МК
4	5 Расчет собственных угловых частот линейных радиальных колебаний пузырей, образующихся в пульсационном аппарате (2 ч). 6 Расчет собственных частот малых колебаний системы жидкость – газ в пульсационных аппаратах (4 ч). 7 Расчет собственных частот малых колебаний системы жидкость – газ в пульсационных аппаратах различных конфигураций (4 ч).	10	2	МК
5	8 Расчет гидродинамики системы жидкость – газ в микрореакторе (6 ч). 9 Расчет массообмена в системе жидкость – газ в микрореакторе (6 ч).	12		МК

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Разработка математической модели и расчет вихревого аппарата для получения тонкодисперсной эмульсии	6		
4	Разработка математической модели и расчет пульсационного резонансного аппарата для растворения и эмульгирования	10	2	
4	Разработка математической модели и расчет пульсационного резонансного аппарата для экстракции	10	2	
5	Разработка математической модели и расчет микрореактора для получения биодизельного топлива и алкилирования 5-фенилтетразола	10		

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Альтернативные источники энергии.	11	Устный опрос
2	Альтернативные методы физической интенсификации процессов диспергирования и массообмена.	12	Устный опрос
3	Совмещенные процессы	12	Устный опрос
4	Пульсационные аппараты для систем жидкость-твердое и жидкость-жидкость	15	Устный опрос
5	Методы организации тейлоровского течения в системах жидкость-газ и жидкость-жидкость	12	Выполнение контрольной работы

4.4.2. Контрольные задачи⁶

В ходе практических занятий каждый студент решает ряд контрольных задач по всем разделам курса (всего каждому студенту предлагается 9 задач). Решение задач является обязательным условием допуска к экзамену. Варианты задач изложены в учебном пособии Р.Ш. Абиева «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии».

4.4.3. Контрольная работа

Контрольная работа включает проверку знаний, полученных при изучении всего курса, на примере расчета гидродинамических и массообменных параметров двухфазного течения в микроканалах.

Пример задания по контрольной работе: 1) в цилиндрическом микроканале диаметром 1 мм движется двухфазная смесь «вода – хлористый метилен» при температуре 20°C; 2) заданы приведенные скорости фаз 0,2 м/с для воды и 0,1 м/с для органической фазы. Рассчитать расходы фаз, числа Рейнольдса и Вебера, капиллярное число, истинную и динамическую объемную долю дисперсной фазы, среднюю скорость движения капель.

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

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Пример содержательной части экзаменационного билета:

1. Традиционная и новая классификации аппаратов для массообменных процессов в двухфазных системах. Дать таблицу.

⁶ Пунктами 4.4.1-4.4.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д (если предусмотрено РПД).

2. Проиллюстрировать способ интенсификации процессов путем увеличения скорости относительного движения фаз при локально-нестационарном движении, привести необходимые формулы.

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

а) печатные издания:

1. Абиев, Р.Ш. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии/ Р.Ш. Абиев. СПб.: Изд-во «ВВМ», 2006. – 188 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. - 224 с.

б) электронные учебные издания⁷:

5. <https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2012/gatapova.pdf>

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://www1.fips.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://technolog.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:

⁷ В т.ч. и методические пособия

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 016-2014. 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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice;
Пакет прикладных программ MathCad 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

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

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание ⁸	Этап формирования ⁹
ПК-3	Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	промежуточный

⁸ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁹ 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)

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.1 Выполнение анализа и обработки научно-технической, патентной информации и результатов исследований в области энергосбережения	(ЗН-1) Знает: теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химических технологиях	Ответы на вопросы №№ 1-56	Имеет общее представление о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения в химических технологиях	Имеет знания о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения, достаточные для решения конкретных задач.	Имеет представление о теоретических основах энерго- и ресурсосбережения, способен самостоятельно предложить алгоритмы решения задач
	(У-1) Умеет: ставить и решать задачи энерго- и ресурсосбережения в различных видах химико-технологического оборудования.	Выполнение лабораторных работ	Имеет общее представление о задачах энерго- и ресурсосбережения, не способен самостоятельно выбрать необходимые методы и оборудование	Умеет выбирать методы решения задач энерго- и ресурсосбережения, с некоторыми подсказками преподавателя	Умеет самостоятельно выбирать методы решения задач энерго- и ресурсосбережения
	(Н-1) Владеет: навыками решения задач энерго- и ресурсосбережения	Решение контрольных задач	Способен решать задачи энерго- и ресурсосбережения только по готовым алгоритмам и методикам.	Способен выполнять расчеты энерго- и ресурсосбережения в технологическом оборудовании	Способен самостоятельно находить оптимальные решения задач энерго- и ресурсосбережения

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено»;

если по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и (или) курсового проекта (работы), то шкала оценивания – балльная («удовлетворительно », «хорошо», «отлично»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям:

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.