

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 25.07.2023 21:14:11
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
МАШИНЫ И АППАРАТЫ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА

Направление подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность программы бакалавриата
**Технологическое оборудование химических и нефтехимических
производств**
Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Санкт-Петербург
2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
профессор		профессор Р.Ш. Абиев
доцент		доцент В.А. Некрасов

Рабочая программа дисциплины «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

протокол от « 27 » 10 2021 г. № 4

Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета

протокол от « 30 » 11 2021 г. № 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		М.З. Труханович
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	4
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
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	8
4.5. Курсовая работа	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	14
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14
Приложение № 1	15
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса»	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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции)	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ¹
<p>ПК-6 Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-6.6 Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции;</p>	<p>Знать: Методы поиска информации в компьютерных сетях (ЗН-1); Уметь: самостоятельно получать новые знания с использованием современных образовательных информационных технологий (У-1); Владеть: стандартными средствами поиска информации в компьютерных сетях (Н-1).</p>
<p>ПК-7 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-7.5 Способен проводить технологические расчеты массо- и теплообменного оборудования</p>	<p>Знать: Методы и нормы расчета и проектирования машин и аппаратов (ЗН-2); Уметь: применять современные методы исследований при работе над инновационными проектами (У-2); Владеть: базовыми методами исследовательской деятельности (Н-2)</p>

¹ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.12 «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений и изучается на 4 и 5 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Теория механизмов и машин», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», " Процессы и аппараты химической технологии".

Полученные в процессе изучения дисциплины «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	20
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т. ч.	10
семинары (в том числе на практическую подготовку)	4(2)
лабораторные работы(в том числе на практическую подготовку)	6(4)
курсовое проектирование (КР или КП)	КП(2)
КСР	–
другие виды контактной работы	–
Самостоятельная работа	115
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Контрольные работы (2)
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	КП, экзамен (9)

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	Теплообменные аппараты. Поверхностные теплообменники.	2	1	1.5	28	ПК-6, ПК-7
2	Теплообменники смешения.	2	1	1.5	29	
3	Химические реакторы	2	1	1.5	29	
4	Массообменные колонные аппараты	2	1	1.5	29	
	ИТОГО	8	4	6	115	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-6.6	<u>Теплообменные аппараты:</u> Поверхностные теплообменники.
2.	ПК-6.6	<u>Теплообменники смешения.</u>
3	ПК-7.5	<u>Основные типы и расчет массообменной аппаратуры</u>
4	ПК-7.5	<u>Теплообменная аппаратура для подогрева, охлаждения и рекуперации тепла</u>

4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Теплообменные аппараты Поверхностные теплообменники. Назначение и классификация теплообменной аппаратуры. Физические основы теплопереноса. Стандартизация кожухотрубчатых теплообменников. Выбор типа кожухотрубчатого теплообменника. Герметичность заделки труб. Ориентировочный расчет температур труб и кожуха (метод подбора температуры стенки). Интенсификация конвективного теплообмена в кожухотрубчатых аппаратах. Расчет теплообменника методом подбора температуры стенки.	2	ЛВ
2	Теплообменники смешения. Барометрический конденсатор. Тепловой баланс конденсатора, расчет перфорации полки. Грануляционные башни. Расчет скорости осаждения капель/гранул, времени их кристаллизации и охлаждения. Расчет геометрии грануляционной башни. Проверка естественной тяги.	2	ЛВ
3	Химические реакторы Конструктивное оформление реакторов-котлов. Типы перемешивающих устройств. Мощность перемешивания жидкости. Уплотнение валов перемешивающих устройств. Основы макрокинетики химических превращений. Технологический расчет реакторов-котлов. Реакторы периодического действия. Реакторы непрерывного действия. Кинетика газожидкостных реакций.	2	ЛВ
4	Массообменные колонные аппараты Конструкции колонных аппаратов. Массообменные тарелки (колпачковые, клапанные, ситчатые, провальные). Гидравлический расчет тарелок. Насадочные колонны. Эффективность колонной аппаратуры. Экономическая оценка колонных аппаратов единичного объема.	2	ЛВ

4.4 Занятия семинарского типа.

4.4.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т. ч. на практич. подготовку	Инновационная форма
1	Теплообменные аппараты. Поверхностные теплообменники. Расчеты теплообменных аппаратов (кожухотрубный аппарат)	1	0,5	АТД
2	Теплообменники смешения. Расчет грануляционной башни	1	0,5	КтСм
3	Химические реакторы. Расчет химических реакторов (реактор с мешалкой)	1	0,5	КтСм
4	Массообменные колонные аппараты. Сравнительный расчет колонных абсорберов	1	0,5	КтСм

4.4.2 Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	В т. ч. на практич. подготовку	Примечание
3	Химические реакторы Исследование гидродинамики и расчет контактно-каталитического реактора	1.5	0.8	
3	Исследование влияния структуры потоков на расчет реактора с перемешивающим устройством	1.5	0.8	
3	Исследование теплообмена и методика расчета каскада реакторов с перемешивающими устройствами	1	0.8	
4	Массообменные колонные аппараты. Оценка эффективности и расчет тарельчатых массообменных аппаратов	1	0.8	
4	Исследование гидродинамики и расчет насадочной абсорбционной колонны	1	0.8	

4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Теплообменные аппараты Поверхностные теплообменники Назначение и классификация химических аппаратов; требования, предъявляемые к ним. Методы расчета теплообмена (интегральный метод).	28	Выполнение контрольных работ
2	Теплообменники смешения Методика расчета барометрического конденсатора.	29	Выполнение контрольных работ
3	Химические реакторы Виды перемешивающих устройств. Типы рубашек. Диффузионный и кинетический режимы реакции. Каскад реакторов непрерывного действия.	29	Выполнение контрольных работ
4	Массообменные колонные аппараты Типы контактных устройств. Аппараты с вертикальными решетками. Современные аппараты с регулярной насадкой (Альфа-Лаваль, Зульцер).	29	Выполнение контрольных работ

4.5.1 Курсовой проект

Курсовой проект состоит из следующих разделов:

- 1) Анализ задачи, сбор необходимых справочных данных.
- 2) Расчет технологических параметров машин и оборудования.
- 3) Прочностной расчет элементов машин и оборудования.
- 4) Подбор стандартного оборудования.
- 5) Разработка нестандартного оборудования.

Расчетно-пояснительная записка содержит 40-50 страниц текста размером 13-14 пт. с интервалом 1,5, графическая часть - чертежи на листах формата А1: технологическая схема, общий вид установки, общий вид 2-3 узлов, чертежи деталей.

Примерные темы курсовых проектов:

1. Разработка абсорбционной установки для улавливания бензолных углеводородов из коксового газа каменноугольным маслом насадочным абсорбером.
2. Разработка абсорбционной установки для получения сернистой кислоты из газов обжига серного колчедана.
3. Разработка ректификационной установки для разделения смеси бензол-толуол.
4. Разработка ректификационной установки для разделения смеси этиловый спирт-вода.
5. Разработка пневмотранспортной сушильной установки для сушки зернистого материала.
6. Разработка пустотелой барботажной колонны для окисления жидкости кислородом воздуха.
7. Разработка барометрического конденсатора для обеспечения необходимого разряжения в однокорпусной выпарной установке.
8. Разработка контактно-каталитического реактора для осуществления экзотермической реакции первого порядка в жидкой фазе.
9. Разработка автоматизированной лабораторной установки для исследования гидродинамики и массопереноса в реакторе с монолитным катализатором.
10. Разработка пленочного испарителя для концентрирования маловязкого термолабильного раствора.
11. Разработка пленочного абсорбера для выделения аммиака из смеси его с воздухом.

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

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Пример экзаменационного билета:

1. Воздух нагревается в кожухотрубном теплообменнике водяным паром. В каком случае возможно использование теплообменника типа ТН, а в каком — типа ТК?
2. Для чего используют каскад реакторов непрерывного действия? Поясните ответ.
3. Изобразите мешалки, используемые для улучшения теплоотдачи от пара в рубашке к реакционной среде.

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

а) печатные учебные издания:

7.1 Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Текст]: учебник для вузов по спец. 240801 "Машины и аппараты химических производств" и 130603 "Оборудование нефтегазопереработки"/ И. И. Поникаров, С. И. Поникаров. – М.: Альфа-М, 2010. – 379 с. ISBN 978-5-98281-174-5

7.2 Оборудование химических производств. Атлас конструкций : учебное пособие для вузов по спец. "Машины и аппараты химических производств" направления подготовки "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / А. И. Леонтьева, Н. П. Утробин, К. В. Брянкин, В. С. Орехов. – М.: КолосС, 2009. – 176 с. ISBN 978-5-9532-0654-9

б) электронные учебные издания:

7.3 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. 2021. – 224 с. ISBN 978-5-8114-1729-2 Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: по подписке.

7.4 Абиев, Р.Ш. Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса: учеб. 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. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

7.5 Химические реакторы и печи / 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. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

7.6 Тур, А. В. Гидро- аэродинамика промышленных аппаратов : Учебное пособие / А. В. Тур ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. – Электрон, текстовые дан. – СПб.: [б. и.], 2014. – 193 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

7.7 Незамаев, Н. А. Машины и аппараты переработки нефти и газа : учебное пособие / -Н. А. Незамаев, А. Н. Веригин, В. В. Зобнин; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. – СПб. : [б. и.], 2013. – 56 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

7.8 Веригин, А. Н. Основы конструирования аппаратов для перемешивания жидких сред: учебное пособие / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. – СПб.: [б. и.], 2015. – 97 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

7.7 Незамаев, Н. А. Конструирование и расчет элементов оборудования для нефтегазопереработки : методические указания / Н. А. Незамаев, В. В. Зобнин, М. В. Коробчук ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. – СПб.: [б. и.], 2014. –58с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru>. Режим доступа: для зарегистрированного пользователя

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/> электронно-библиотечные системы: «Электронный читальный зал — БиблиоТех» <https://technoIog.bibliotech.ru/>; «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса» 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.

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

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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 ЭИОС.

10.2 Программное обеспечение

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

10.3 Базы данных и информационные справочные системы

1 Справочно-информационная система поиска нормативных документов

<http://gostrf.com/>

2 База документов Федеральной службы по интеллектуальной собственности:

www.fips.ru/

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 практических занятий используется компьютерный класс,

оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оборудованная лабораторными установками "Реактор с перемешивающим устройством", "Газожидкостной змеевиковый реактор", "Модель барабанного фильтра", "Реактор с неподвижным зернистым слоем", "Пленочный реактор", "Колонные аппараты с насадкой, клапанными и провальными тарелками".

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.

Приложение № 1
к рабочей программе дисциплины

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса»

1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПК-6	Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	промежуточный
ПК-7	Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	промежуточный;

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-6.6 Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции	Знает методы поиска информации в компьютерных сетях (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1 – 21 к экзамену Защита КП	Имеет представление о методах поиска в компьютерных сетях (ЗН-1)	Знает аппаратное и программное обеспечение ПК, этапы обработки информации на компьютере (ЗН-1)	Способен самостоятельно осуществлять поиск информации в компьютерных сетях (ЗН-1)
	Умеет самостоятельно получать новые знания с использованием современных образовательных информационных технологий (У-1)		Способен использовать современные образовательные информационные технологии для получения новых знаний не в полном объеме (У-1)	Использует современные образовательные информационные технологии для получения новых знаний на достаточно высоком уровне (У-1)	Обладает навыками в получении новых знаний с использованием образовательных информационных технологий (У-1)
	Владеет стандартными средствами поиска информации в компьютерных сетях (Н-1)		Имеет представление о стандартных средствах поиска информации в компьютерных сетях (Н-1)	Использует стандартные средства поиска информации в компьютерных сетях (Н-1)	Владеет стандартными средствами поиска информации на высоком уровне (Н-1)
ПК-7.5 Способен проводить технологические расчеты массо- и теплообменного оборудования	Знает методы и нормы расчета и проектирования машин и аппаратов (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 22 – 43 к экзамену Защита КП	Способен разрабатывать чертежи и другую техническую документацию (ЗН-2)	Способен проводить расчет и проектирование машин и аппаратов для широкого класса процессов (ЗН-2)	Обладает практически навыками расчета и проектирования машин и аппаратов (ЗН-2)
	Умеет применять современные методы исследований при работе над инновационными проектами (У-2)		Имеет представление о методах исследований при работе над инновационными проектами (У-2)	Знает современные методы исследований не в полном объеме (У-2)	Располагает опытом работы над инновационными проектами (У-2)
	Владеет базовыми методами исследовательской деятельности (Н-2)		Имеет представление о базовых методах исследовательской деятельности (Н-2)	Реализует базовые методы расчета технологического оборудования (Н-2)	Владеет базовыми методами расчета массо- и теплообменного оборудования (Н-2)

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и защиты курсового проекта, шкала оценивания – балльная.

3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации,

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

1. Записать соотношение, связывающее толщину гидродинамического и теплового пристенных слоев.
2. Длина труб одного теплообменника — 2 м, другого — 6 м. Когда и как повлияет это на коэффициент конденсации пара на поверхности этих труб. Объяснить причины влияния.
3. Турбулентный поток движется вдоль трубы и поперек трубы с одинаковой скоростью. Где будет коэффициент теплоотдачи больше и почему?
4. Воздух нагревается в кожухотрубном теплообменнике водяным паром. В каком случае возможно использование теплообменника типа ТН, а в каком — типа ТК?
5. Как изменится гидравлическое сопротивление трубного пространства кожухотрубного теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в z раз (режим течения ламинарный)?
6. Как изменится гидравлическое сопротивление трубного пространства кожухотрубного теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в z раз (режим течения турбулентный)?
7. Как изменится коэффициент теплоотдачи в трубном пространстве кожухотрубного теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в z раз (режим течения турбулентный)? Агрегатное состояние среды в трубах не изменяется.
8. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подают водяной пар под давлением 4 кгс/см^2 (изб.), в межтрубном происходит кипение воды при атмосферном давлении. Может ли быть использован в этом случае аппарат типа ТН?
9. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подают водяной пар под давлением 1 кгс/см^2 (изб.), в межтрубном происходит кипение воды при атмосферном давлении. Может ли быть использован в этом случае аппарат типа ТН?
10. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подают водяной пар под давлением 1 кгс/см^2 (изб.), в межтрубном происходит нагрев бензола при атмосферном давлении. Может ли быть использован в этом случае аппарат типа ТН?
11. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подают водяной пар под давлением $1,4 \text{ кгс/см}^2$ (изб.), в межтрубном происходит кипение гексана при атмосферном давлении. Может ли быть использован в этом случае аппарат типа ТН?
12. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подают водяной пар под давлением $1,6 \text{ кгс/см}^2$ (изб.), в межтрубном происходит нагрев гептана при атмосферном давлении. Может ли быть использован в этом случае аппарат типа ТН?
13. Объяснить, почему в аппаратах воздушного охлаждения оребрение труб выполнено с наружной стороны.
14. Объясните, за счет чего достигается повышение эффективности теплосъема от труб аппарата воздушного охлаждения при впрыске в воздух влаги?
15. По требованию заказчика необходимо разработать теплообменник для нагрева водяным паром воздуха, подаваемого в трубы диаметром 100 мм. С какой стороны должно быть выполнено оребрение и почему?
16. Укажите три типа теплообменников стандартной конструкции с максимальной удельной поверхностью (поверхностью теплообмена, отнесенной к массе аппарата).
17. В каких случаях целесообразно применять витые теплообменники?
18. В трубное пространство кожухотрубного теплообменника подается толуол. Какими технологическими и конструктивными мерами можно повысить коэффициент теплоотдачи по трубному пространству?
19. Опишите принцип действия барометрического конденсатора.

20. Запишите уравнение теплового баланса для процесса отверждения (кристаллизации) одиночной капли расплава, падающей в грануляционной башне.
21. Запишите уравнение теплового баланса для процесса охлаждения одиночной сферической твердой частицы, падающей в пневмохолодильнике.
22. Опишите методы повышения равномерности перемешивания в аппаратах большого объема.
23. В каком аппарате (при прочих равных условиях) больше затраты мощности на перемешивание: с турбинной мешалкой и гладкими стенками (воронка не образуется) или с турбинной мешалкой и отражательными перегородками? Поясните ответ для ламинарного и турбулентного режимов.
24. Для чего используют каскад реакторов непрерывного действия? Поясните ответ.
25. Как следует распределять расходы хладагента для охлаждения реакторов каскада?
26. Каким образом можно снизить, перегрев начального участка прямоточного трубчатого реактора? Приведите схему аппарата.
27. Для чего нужен обратный холодильник, подключаемый к реактору-котлу? Опишите принцип его действия.
28. В реакторе диаметром 2,4 м с мешалкой диаметром 0,6 м установлен пучок вертикальных труб наружным диаметром 28 мм и высотой 1,6 м, отстоящих от оси аппарата на 1 м. Какой характерный линейный размер следует принимать для расчета чисел Re и Nu для реакционной среды?
29. Когда целесообразно использовать трубчатый реактор?
30. Какой режим течения жидкости считается более благоприятным в трубчатом реакторе?
31. Как добиться равномерного распределения скорости по сечению трубчатого реактора?
32. В какой период экзотермической реакции в рубашку аппарата следует подавать большой расход хладагента? Обоснуйте ответ.
33. Каким образом можно повысить теплообмен в реакторе с мешалкой, если поверхности рубашки для этого недостаточно?
34. Изобразите мешалки, используемые для перемешивания очень вязких жидкостей и растворов полимеров.
35. Изобразите мешалки, используемые для перемешивания концентрированных суспензий.
36. Изобразите мешалки, используемые для улучшения теплоотдачи от пара в рубашке к реакционной среде.
37. В каком режиме и почему обычно эксплуатируют насадочные массообменные колонны?
38. Чем отличается регулярная насадка от нерегулярной? Когда обычно используют регулярную насадку?
39. В чем особенность работы клапанной тарелки?
40. Изобразите S-образный колпачок массообменной тарелки.
41. Изобразите капсульный колпачок массообменной тарелки.
42. Объяснить принцип работы провальной тарелки. Почему отверстия в ней имеют продолговатую форму?
43. Можно ли по величине КПД массообменной тарелки сделать вывод об экономической целесообразности ее использования? Поясните ответ.

4 Примерные темы контрольных работ:

Контрольная работа №1:

Рассчитать кожухотрубный теплообменник (конденсатор) для конденсации паров жидкости (исходные данные изложены в методических указаниях)..

Контрольная работа №2:

Рассчитать диаметр и высоту грануляционной башни при условиях, указанных в таблице (исходные данные изложены в методических указаниях).

Контрольная работа №3:

Рассчитать барботер, сепаратор капель и концентрацию кислорода на выходе барботажной колонны по условиям, приведенным в таблице (исходные данные изложены в

методических указаниях).

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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