

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.10.2023 13:42:06  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной и методической  
работе  
\_\_\_\_\_ **Б.В.Пекаревский**  
«17» июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАШИНЫ И АППАРАТЫ НЕФТЕХИМИИ И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ**

Направления подготовки:  
**15.04.02 «Технологические машины и оборудование»**

Направленность программы магистратуры  
**«Интенсификация процессов и энергосберегающее технологическое  
оборудование»**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет механический**

**Кафедра оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Машины и аппараты нефтехимии и нефтепереработки»  
обсуждена на заседании кафедры  
оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры  
протокол от «09» июня 2021 № 13  
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «11» июня 2021 № 9

Председатель

А.Н. Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»		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	04
2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3 Объем дисциплины	05
4 Содержание дисциплины	
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3 Занятия лекционного типа	07
4.4 Занятия семинарского типа	08
4.4.1 Семинары, практические занятия	08
4.4.2 Тематика контрольных работ	09
4.4.3 Курсовой проект	09
4.5 Самостоятельная 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 учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	11
8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	11
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1 Информационные технологии	12
10.2 Программное обеспечение	12
10.3 Базы данных и информационные справочные системы	12
11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	12
12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	12
Приложения: 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	13

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

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

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<p><b>ПК-3</b>  <b>Автоматическое проектирование и контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности и управление ими</b></p>	<p><b>ПК-3.4</b>  <b>Способен производить тепловые расчеты, решать контактные задачи и задачи контроля технологических процессов</b></p>	<p><b>Знать:</b>  <b>общие сведения об аппаратном и программном обеспечении ПК, этапы обработки информации на компьютере (ЗН-1);</b>  <b>Уметь:</b>  <b>использовать компьютерную графику для создания моделей и чертежей (У-1);</b>  <b>Владеть:</b>  <b>навыками разработки проектной и рабочей документации (Н-1).</b></p>
<p><b>ПК-4</b>  <b>Руководство проектным подразделением по водоподготовке и осуществление авторского надзора за соблюдением утвержденных проектных решений по водоподготовке и водозаборным сооружениям</b></p>	<p><b>ПК-4.2</b>  <b>Способен подготавливать отчетные документы по результатам испытаний, обследованию оборудования водоподготовки</b></p>	<p><b>Знать:</b>  <b>виды и комплектность рабочей документации, и способы ее оформления в соответствии со стандартами (ЗН-2) ;</b>  <b>Уметь:</b>  <b>разрабатывать чертежи и другую техническую документацию (У-2);</b>  <b>Владеть:</b>  <b>навыками выполнения чертежей и другой технической документации в соответствии со стандартами (Н-2)</b></p>

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

<sup>2</sup> 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

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>4</sup>.

Дисциплина «Машины и аппараты нефтехимии и нефтепереработки» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.05 «Дисциплины» (модули) образовательной программы магистратуры. Изучается на первом курсе (первый и второй семестры).

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей):

- Предшествующий уровень образования – степень бакалавра, подтвержденная документом государственного образца о высшем образовании (диплом бакалавра).
- Бакалавр должен обладать соответствующими компетенциями для освоения магистерской программы по курсам физики, химии, математики, процессам и аппаратам химической технологии, гидромеханике неоднородных систем, основам научных исследований.

Изучение дисциплины необходимо как предшествующее для подготовки, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы, а также при решении проектно-конструкторских, производственно-технологических, организационно-управленческих задач в будущей профессиональной деятельности.

## 3 Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/академических часов)	<b>8/288</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>152</b>
занятия лекционного типа	46
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия (в том числе на практическую подготовку)	<b>62(8)</b>
лабораторные работы	–
курсовое проектирование (КР или КП)	16
КСР	28
другие виды контактной работы	–
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>100</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	контрольные работы–
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	КП, зачет, экзамен (36)

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

## 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
1	<u>Оборудование для перемешивания и разделения жидких неоднородных систем</u> (аппараты с механическим, барботажным и гидравлическим перемешиванием; отстойники, нефтеловушки, гидроциклоны, сепараторы, электродегидраторы).	6	8	14	ПК-3 ПК-4
2	<u>Оборудование для разделения газовых дисперсных систем</u> (сепараторы, электрофильтры, скрубберы)	6	9	14	ПК-3 ПК-4
3	<u>Основные типы и расчет массообменной аппаратуры</u> (ректификационные и абсорбционные колонны, адсорберы, экстракторы)	8	9	15	ПК-3 ПК-4
4	<u>Теплообменная аппаратура для подогрева, охлаждения и рекуперации тепла.</u> Типы теплообменников и особенности их применения.	8	9	15	ПК-3 ПК-4
5	<u>Основные типы реакционной аппаратуры и ее расчет</u>	6	9	14	ПК-3 ПК-4
6	<u>Холодильные установки для нефтехимии</u>	6	9	14	ПК-3 ПК-4
7	<u>Трубчатые печи.</u> Классификация и основные типы. Теплотехнологический расчет	6	9	14	ПК-3 ПК-4

### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Оборудование для перемешивания и разделения жидких неоднородных систем</u>
2.	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Оборудование для разделения газовых дисперсных систем</u>
3	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Основные типы и расчет массообменной аппаратуры</u>
4	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Теплообменная аппаратура для подогрева, охлаждения и рекуперации тепла</u>

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
5	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Основные типы реакционной аппаратуры и ее расчет</u>
6	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Холодильные установки для нефтехимии</u>
7	ПК-3.4; ПК-4.2	<u>Трубчатые печи</u>

#### 4.3 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Оборудование для перемешивания и разделения жидких неоднородных систем</u> Аппараты с механическим, барботажным и гидравлическим перемешиванием; отстойники, нефтеловушки, гидроциклоны, сепараторы, электродегидраторы. Назначение, способы и аппаратурное оформление процесса перемешивания. Основные характеристики. Характеристика неоднородных систем. Основные закономерности процесса разделения жидких неоднородных систем. Методы разделения, выбор оборудования и его расчет	6	ЛВ <sup>5</sup>
2	<u>Оборудование для разделения газовых дисперсных систем.</u> Спараторы, электрофилтры, скрубберы. Характеристика газовых дисперсных систем. Методы разделения, выбор оборудования и его расчет	6	ЛВ
3	<u>Основные типы и расчет массообменной аппаратуры</u> Ректификационные и абсорбционные колонны, адсорберы, экстракторы. Основные понятия и законы массообмена. Материальный баланс массообменного процесса. Разновидности колонн, их особенности и назначение. Массообменные тарелки (колпачковые, клапанные, ситчатые, провальные). Гидравлический расчет тарелок. Насадочные колонны. Эффективность колонной аппаратуры. Обоснование выбора процесса экстракции. Способы и механизмы дробления капель. Конструкции экстракторов. Расчет распылительной колонны.	8	ЛВ

<sup>5</sup> **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 тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференций, 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
4	<u>Теплообменная аппаратура для подогрева, охлаждения и рекуперации тепла</u> Типы теплообменников и особенности их применения. Назначение и классификация теплообменной аппаратуры. Физические основы теплопереноса. Интенсификация конвективного теплообмена в кожухотрубчатых аппаратах. Выбор и расчет системы регенерации теплоты нефтеперерабатывающих установок. Особенности расчета конденсаторов, холодильников, пародистиллятных регенераторов, аппаратов воздушного охлаждения. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов.	8	ЛВ
5	<u>Основные типы реакционной аппаратуры и ее расчет</u> Реакторы для каталитических процессов: крекинга, риформинга, гидроочистки и гидрокрекинга. Реакторы для процессов пиролиза, алкилирования, полимеризации, дегидрирования	6	ЛВ
6	<u>Холодильные установки для нефтехимии</u> Термодинамические основы получения умеренного и глубокого холода. Схемы и циклы парокомпресорных холодильных машин. Холодильные установки и циклы глубокого охлаждения.	6	ЛВ
7	<u>Трубчатые печи. Классификация и основные типы.</u> Теплотехнологический расчет. Основные показатели работы трубчатых печей. Сжигание топлива и объем продуктов горения. Тепловой баланс трубчатой печи и расход топлива. Закономерности теплоотдачи в камерах трубчатых печей. Последовательность теплового расчета трубчатой печи.	6	ЛВ

#### 4.4 Занятия семинарского типа

##### 4.4.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Назначение, способы и аппаратное оформление процесса перемешивания</u> Основные характеристики. Расчет химических реакторов.	6	АТД
1	<u>Основные закономерности процесса разделения жидких неоднородных систем</u> Методы разделения, выбор оборудования. Расчет отстойника, гидроциклона, нефтеловушки	6	КтСм
2	<u>Методы разделения газовых дисперсных систем</u> Выбор оборудования. Расчет электрофилтра	6	КтСм
3	<u>Расчет колонных массообменных аппаратов для процессов ректификации и абсорбции</u>	6	КтСм



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	<u>Расчет распылительной экстракционной колонны</u>	6	КтСм
4	<u>Расчет поверхностных и смесительных конденсаторов</u>	6	КтСм
5	<u>Математическое моделирование реакторов для каталитических процессов: крекинга, риформинга, гидроочистки и гидрокрекинга</u>	7	КтСм
5	<u>Расчет реакторов для процессов пиролиза, алкилирования, полимеризации, дегидрирования</u>	6	КтСм
6	<u>Технологический расчет парокomppressorной одноступенчатой холодильной установки</u>	7	КтСм
7	<u>Расчет горения топлива. Тепловой баланс трубчатой печи</u>	6	КтСм

#### 4.4.2 Тематика контрольных работ

Контрольные работы (Кр) предусмотрены по каждой теме занятий семинарского типа. Задание по каждой контрольной работе включает в себя задачу и вопросы, обусловленные ее постановкой.

Примерные варианты индивидуальных задач:

##### **Пример 1.**

Осаждение частиц, какого размера обеспечит центрифуга ОГШ – 32, если на разделение подавать 3 м<sup>3</sup>/час водной суспензии каолина, если:  $\Delta\rho=100$  кг/м<sup>3</sup>;  $R_0=115$  мм;  $L_{oc}=215$  мм;  $n=1600$  об/мин?

##### **Пример 2.**

Рассчитать толщину тепловой изоляции на боковой поверхности теплообменника наружным диаметром  $D = 830$  мм и высотой  $H = 2$  м. В качестве изоляционного материала использовать маты из стеклянной ваты. В аппарате конденсируется 2,183 т/ч насыщенного водяного пара при температуре 165° С.

#### 4.4.3 Курсовой проект

Курсовой проект заключается в проектировании единицы оборудования для реализации конкретного процесса химической технологии и состоит из графической части в объеме 1 листа формата А1 с изображением общего вида аппарата и расчетно-пояснительной записки (объемом 20-25 страниц машинописного текста), содержащей: аналитический обзор, описание технологии, разработку алгоритма и программы технологического расчета аппарата, а также все необходимые расчеты, графики и диаграммы.

##### **Примерные темы курсовых проектов**

- 1 Разработать абсорбционную установку для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа каменноугольным маслом:
  - а) с насадочным абсорбером;
  - б) с тарельчатым абсорбером.
- 2 Разработать абсорбционную установку для получения сернистой кислоты из газов обжига серного колчедана.
- 3 Разработать ректификационную установку для разделения смеси бензол-толуол.

- 4 Разработать ректификационную установку для разделения смеси этиловый спирт-вода.
- 5 Разработать экстракционную установку для очистки воды от фенола бензолом:
  - а) с распылительным колонным экстрактором;
  - б) с роторно-дисковым экстрактором.
- 6 Разработать адсорбционную установку для улавливания паров бутилацетата из воздуха активным углем:
  - а) с неподвижным слоем адсорбента;
  - б) с движущимся слоем адсорбента.
- 7 Разработать установку для концентрирования раствора хлористого кальция обратным осмосом.

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основные физико-химические свойства углеводов и нефтепродуктов. Общие физические свойства: плотность, вязкость, поверхностное натяжение, сжимаемость, давление насыщенных паров.	12	контрольная работа – 1
1	Разделение неоднородных жидких систем. Разделение эмульсий в электродегидраторах	12	контрольная работа – 1
2	Конструктивное исполнение сепараторов, электрофильтров, скрубберов	12	контрольная работа – 1
3	Основы теории массопередачи. Конструктивное исполнение колонных аппаратов	13	коллоквиум 0,5
4	Основы теплопередачи. Тепловое подобие. Конструктивное исполнение теплообменных аппаратов	13	коллоквиум 0,5
5	Реакторы для каталитических процессов: крекинга, риформинга, гидроочистки и гидрокрекинга. Реакторы для процессов пиролиза, алкилирования, полимеризации, дегидрирования	13	контрольная работа – 1
6	Холодильные установки для получения низких температур	13	контрольная работа – 1
7	Основные законы теплового излучения твердых тел и газа. Разновидности трубчатых печей	12	контрольная работа – 1

#### 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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта, зачета и экзамена.

Зачет и экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и состоят из двух теоретических вопросов (для проверки знаний) из перечня вопросов к экзамену и комплексной задачи (для проверки умений и навыков).

Время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные 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.

7.2 Романков, П. Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи) [Текст]: учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология и биотехнология" и спец. "Химическая технология" / П. Г. Романков, В. Ф. Фролов, О. М. Флисюк. – 3-е изд., испр. – СПб.: Химиздат, 2010. – 543 с.

7.3 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.

### **б) электронные учебные издания:**

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. (ЭБ)

7.5 Соколов, В.Н. 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. ( ЭБ )

7.6 Некрасов, В.А. Машины и аппараты для гидромеханических процессов / Учебное пособие к контрольным работам / В.А. Некрасов – СПбГТИ (ТУ), 2017. – 88 с.

7.7 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. (ЭБ)

7.8 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. (ЭБ)

7.9 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. (ЭБ)

7.10 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. (ЭБ)

## **8 Перечень электронных образовательных ресурсов, 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/>;

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

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

Все виды занятий по дисциплине «Машины и аппараты нефтехимии и нефтепереработки» 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.

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

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

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. 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 знания 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 ЭИОС.

### **10.2 Программное обеспечение**

Microsoft Office (Microsoft Excel);  
Mathcad14

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная персональными компьютерами, объединенными в сеть, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория гидравлики, оснащенная различными установками.

## **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 «Машины и аппараты нефтехимии и нефтепереработки»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-3</b>	<b>Автоматическое проектирование и контроль технологических процессов изготовления машиностроительных изделий высокой сложности и управление ими</b>	промежуточный
<b>ПК-4</b>	<b>Руководство проектным подразделением по водоподготовке и осуществление авторского надзора за соблюдением утвержденных проектных решений по водоподготовке и водозаборным сооружениям</b>	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)
<b>ПК-3.4</b> <b>Способен производить тепловые расчеты, решать контактные задачи и задачи численной реализации</b>	<p>Имеет представление об основах теории планирования эксперимента (ЗН-1)</p> <p>Имеет представление о методах расчёта основного и вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств (ЗН-2)</p>	Правильные ответы на вопросы №1 – 97 к экзамену	<p>Имеет представление об аппаратном и программном обеспечении ПК, этапы обработки информации на компьютере (ЗН-1)</p> <p>Способен использовать компьютерную графику для создания моделей и чертежей (У-1)</p>	<p>Способен осуществлять постановку задачи исследования, выбор методов исследования и обработки результатов (У-2)</p> <p>Имеет представление о методах расчёта основного и вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств (ЗН-2)</p>	<p>Способен самостоятельно разрабатывать проектной и рабочей документации (Н-1)</p> <p>Обладает навыками обработки и анализа результатов проводимых исследований (Н-2)</p>
<b>ПК-4.2</b> <b>Способен подготавливать отчетные документы по результатам испытаний, обследованию оборудования водоподготовки</b>	<p>Перечисляет виды и комплектность рабочей документации, и способы ее оформления в соответствии со стандартами (ЗН-3)</p> <p>Перечисляет типовые технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов технологического оборудования химических и нефтехимических производств (ЗН-4)</p>	Правильные ответы на вопросы № 98 – 142 к экзамену	<p>Способен разрабатывать чертежи и другую техническую документацию (У-3)</p> <p>Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для разработки технического задания на проектирование машин, приводов, систем и нестандартного оборудования (У-4)</p>	<p>Перечисляет типовые технологические процессы изготовления деталей и сборки узлов технологического оборудования химических и нефтехимических производств (ЗН-4)</p> <p>Имеет представление о видах и комплектности рабочей документации, и способах ее оформления в соответствии со стандартами (ЗН-3)</p>	<p>Обладает навыками выполнения чертежей и другой технической документации в соответствии со стандартами (Н-3)</p> <p>Обладает навыками работы с компьютером и методами информационных технологий (Н-4)</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и курсового проекта, шкала оценивания – балльная.

### **3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов к экзамену**

- 1 Опишите методы повышения равномерности перемешивания в аппаратах большого объема.
- 2 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.
- 3 Какие способы перемешивания Вам известны?
- 4 По каким признакам классифицируются механические мешалки?
- 5 С помощью каких характеристик сравнивают между собой различные перемешивающие устройства?
- 6 Какие конструкции механических мешалок применяются в промышленности и чем обуславливается их выбор?
- 7 Что называется насосным эффектом мешалки и какие виды насосных эффектов существуют при перемешивании механическими мешалками?
- 8 Какие конструктивные приемы используют для предотвращения образования воронки при перемешивании?
- 9 Изобразите мешалки, используемые для перемешивания очень вязких жидкостей и растворов полимеров.
- 10 Изобразите мешалки, используемые для перемешивания концентрированных суспензий.
- 11 В стесненных или нестесненных условиях осаждения увлекаемая частицей масса жидкости больше?
- 12 Назовите основные свойства, определяющие процесс разделения?
- 13 В каком случае применяется метод репульсации и что он собой представляет?
- 14 Назовите основные факторы, определяющие скорость осаждения
- 15 Как записывается уравнение материального баланса для процессов разделения?
- 16 Какие уравнения описывают процесс осаждения при ламинарном и турбулентном режимах?
- 17 Назовите технологические требования, предъявляемые к процессу разделения.
- 18 Назовите основные свойства, определяющие выбор оборудования для процесса разделения?
- 19 Какая информация необходима при решении вопроса о целесообразности выбора того или иного оборудования для реализации процесса разделения?
- 20 В чем заключается расчет отстойников? Какой размер частиц является определяющим?
- 21 Отстойники каких конструкций используются для разделения суспензий?
- 22 Дайте графическую иллюстрацию распределения давления по высоте отстойника периодического действия в начальный и конечный моменты его работы.
- 23 Какие типы фильтрационных процессов Вы знаете?
- 24 Назначение фильтров. Какие основные конструкции фильтров Вы знаете?
- 25 Каково устройство и назначение распределительной головки барабанного вакуум-фильтра?
- 26 Какова физическая сущность процесса осаждения в центробежном поле?
- 27 Какой фактор характеризует разделяющую способность центрифуг?
- 28 Чем отличаются конструкции сепараторов для разделения эмульсий и суспензий?
- 29 Каковы основные способы разгрузки твердой фазы в ЦФ?

- 30 Какие конструктивные особенности центрифуги оказывают влияние на область их использования?
- 31 Устройство и принцип работы центрифуг различных типов.
- 32 Назначение, устройство и принцип работы циклона. Пути повышения очистки газа.
- 33 Какие факторы влияют на степень очистки в циклонах?
- 34 В каких случаях вместо одного циклона применяют батарейные циклоны?
- 35 Каким показателем оценивают работу пылеулавливающего оборудования?
- 36 Частицы каких размеров могут быть осаждены из газовых потоков под действием гравитационных сил?
- 37 Когда допустимы способы мокрой очистки газов?
- 38 Опишите работу центробежного скруббера для очистки газов.
- 39 Какова физическая сущность процесса осаждения в электрическом поле?
- 40 Какие электроды в электроосадителях называются коронирующими и какие – осадительными?
- 41 Какова эффективность работы различных пылеулавливающих устройств?
- 42 Назначение, устройство, принцип работы инерционных и фильтрующих газоочистителей
- 43 Назначение, устройство, принцип работы мокрых газоочистителей, электрофильтров
- 44 В чем заключается мокрая очистка газов? Ее недостатки.
- 45 Опишите принцип работы электродегидратора
- 46 Способы очистки газов и применяемое оборудование
- 47 Изобразите конструкции сепараторов капельной влаги. Какой из них наиболее эффективен?
- 48 Изобразите конструкции барботёров. В каком случае используют желобчатый барботёр?
- 49 Укажите область применения кожухотрубчатых газожидкостных реакторов.
- 50 Когда обычно используют газожидкостной реактор с мешалкой в циркуляционном контуре?
- 51 Опишите принцип действия кожухотрубчатых газожидкостных реакторов.
- 52 Каким образом можно повысить теплосъем в реакторе с мешалкой, если поверхности рубашки для этого недостаточно?
- 53 Когда целесообразно использовать трубчатый реактор?
- 54 Какой режим течения жидкости считается более благоприятным в трубчатом реакторе?
- 55 Как добиться равномерного распределения скорости по сечению трубчатого реактора?
- 56 Каков физический смысл коэффициентов массопередачи и массоотдачи?
- 57 Какова связь между коэффициентами массоотдачи и коэффициентом массопередачи?
- 58 Для каких фаз на контактном элементе (тарелке) реализуются случаи: «полное перемешивание», «полное (идеальное) вытеснение»?
- 59 В чем заключается процесс ректификации?
- 60 Чем обусловлена возможность разделения жидкой смеси на составляющие ее компоненты ректификацией?
- 61 Что является движущей силой процесса ректификации?
- 62 Какими параметрами определяется величина потока вещества, переносимого из фазы в фазу?
- 63 Как устроена тарельчатая колонна?
- 64 Какие аппараты входят в ректификационную установку непрерывного действия? Каково назначение кипятильника и дефлегматора?



- 65 Какую модель потоков фаз на тарелке принимают при расчете тарельчатых колонн?
- 66 Какие типы тарелок существуют?
- 67 Для проведения каких процессов применяют тарельчатые колонны?
- 68 Из каких зон состоит тарелка с организованным переливом? Какие функции выполняет каждая из них?
- 69 Какие гидравлические режимы наблюдаются в тарельчатых колоннах при увеличении расхода газа?
- 70 От каких параметров зависит гидравлическое сопротивление сухой тарелки?
- 71 Какие параметры определяют сопротивление орошаемой тарелки?
- 72 Какие явления определяют устойчивую работу тарелки?
- 73 Можно ли по величине КПД массообменной тарелки сделать вывод об экономической целесообразности ее использования? Поясните ответ.
- 74 Для чего массообменные тарелки большого диаметра делают двухпоточными по жидкости?
- 75 В чем особенность работы клапанной тарелки?
- 76 Изобразите S-образный колпачок массообменной тарелки.
- 77 Изобразите капсульный колпачок массообменной тарелки.
- 78 Объяснить принцип работы провальной тарелки. Почему отверстия в ней имеют продолговатую форму?
- 79 Опишите принцип действия массообменных аппаратов с вертикальной решеткой (АВР). Изобразите схему аппарата.
- 80 Какие типы насадок применяют в насадочных колоннах?
- 81 Назовите основные характеристики насадок.
- 82 Что называют удельным свободным объемом и удельной поверхностью насадки?
- 83 Для чего предназначено распределительное устройство? Какие конструкции распределительных устройств применяют в промышленных колоннах с насадкой?
- 84 Что понимают под скоростью газа в колонне и скоростью газа в каналах насадки?
- 85 Какие гидравлические режимы работы насадочных колонн наблюдают в зависимости от скорости газа?
- 86 Чем ограничено максимальное значение рабочей скорости газа в насадочной колонне?
- 87 Для чего необходима информация о гидравлическом сопротивлении насадки?
- 88 Какова сущность процесса жидкостной экстракции?
- 89 Какие виды теплообмена возможны в аппаратах с псевдооживленным слоем?
- 90 Какими механизмами осуществляют перенос теплоты от твердого тела в псевдооживленный слой? Вклад какого из них более значителен?
- 91 Почему зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости псевдооживляющего агента имеет максимум?
- 92 Что называют процессом псевдооживления твердых частиц? В чем заключается отличие псевдооживленного слоя от неподвижного?
- 93 Каковы области применения псевдооживленного слоя? Каковы достоинства и недостатки псевдооживленного слоя?
- 94 Чем объясняется постоянство перепада давления при изменении расхода газа (жидкости) через псевдооживленный слой?
- 95 Для чего используют каскад реакторов непрерывного действия? Поясните ответ.
- 96 Как следует распределять расходы хладагента для охлаждения ректоров каскада?
- 97 Каким образом можно снизить перегрев начального участка проточного трубчатого реактора? Приведите схему аппарата.
- 98 Записать соотношение, связывающее толщину гидродинамического и теплового пристенных слоев.

- 99 Каким образом определяется тепловая нагрузка теплообменного аппарата и затраты энергии на проведение процесса?
- 100 Какие конструкции поверхностных теплообменников и аппаратов смешения можно использовать при изменении агрегатного состояния теплоносителей?
- 101 В чем преимущества и недостатки многоходовых кожухотрубчатых теплообменников по сравнению с одноходовыми?
- 102 Какая характеристика каналов при движении сред принимается за характерный линейный размер, если их форма отлична от круглой, и каким образом она определяется?
- 103 Значение какого критерия подобия определяет в большей степени интенсивность теплоотдачи при вынужденном движении сред (газов или жидкостей) у теплообменной поверхности?
- 104 В чем состоят особенности теплоотдачи газов при взаимодействии с теплопередающими поверхностями? Как эти особенности сказываются на конструкциях теплообменных аппаратов?
- 105 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.
- 106 Турбулентный поток движется вдоль трубы и поперек трубы с одинаковой скоростью. Где будет коэффициент теплоотдачи больше и почему?
- 107 Как изменится гидравлическое сопротивление трубного пространства кожухотрубчатого теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в  $z$  раз (режим течения ламинарный)?
- 108 Как изменится гидравлическое сопротивление трубного пространства кожухотрубчатого теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в  $z$  раз (режим течения турбулентный)?
- 109 Как изменится коэффициент теплоотдачи в трубном пространстве кожухотрубчатого теплообменника при увеличении числа ходов в трубах в  $z$  раз (режим течения турбулентный)? Агрегатное состояние среды в трубах не изменяется.
- 110 Объяснить, почему в аппаратах воздушного охлаждения оребрение труб выполнено с наружной стороны.
- 111 Объясните, за счет чего достигается повышение эффективности теплосъема от труб аппарата воздушного охлаждения при впрыске в воздух влаги?
- 112 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?
- 113 От каких факторов зависит интенсивность переноса тепла от теплообменной поверхности к потоку жидкости (газа) и наоборот?
- 114 Как определяется средняя движущая сила процесса теплообмена при изменении агрегатного состояния горячего теплоносителя?
- 115 В каком случае при теплообмене между различными системами: пар – жидкость, пар – газ, жидкость – газ, термическое сопротивление является минимальным, а в каком максимальным при равных условиях теплообмена? Чем это обусловлено?
- 116 Какие изменения (технологические, конструктивные) необходимо провести для увеличения теплоотдачи в трубном и межтрубном пространствах кожухотрубчатого теплообменника?
- 117 За счет чего реально на практике разработчик может обеспечить высокий коэффициент теплоотдачи и, как следствие, уменьшение габаритных размеров теплообменного аппарата?
- 118 Дайте сравнительную характеристику различных конструкций теплообменных аппаратов.

- 119 Дайте всесторонний анализ расположения труб по вершинам треугольников и по вершинам квадратов в теплообменниках.
- 120 Назначение и устройство реактора процесса гидроочистки.
- 121 Назначение и устройство реактора каталитического риформинга. Аксиальный и радиальный ввод сырья.
- 122 Назначение и устройство регенератора каталитического крекинга. Назначение футеровки.
- 123 Назначение, устройство и принцип работы реактора каталитического крекинга с пылевидным катализатором.
- 124 Назначение, устройство и принцип работы реактора каталитического крекинга с шариковым катализатором
- 125 Назначение и устройство реакционных камер установок замедленного коксования. Оборудование для удаления и выгрузки кокса.
- 126 Что понимают под глубоким охлаждением? Для чего его применяют?
- 127 С помощью каких холодильных циклов возможно достижение глубокого охлаждения?
- 128 Из каких фаз состоит процесс получения глубокого холода?
- 129 Где происходит ожижение газа?
- 130 Что называют холодопроизводительностью установки?
- 131 Что называют холодильным коэффициентом цикла?
- 132 Что понимают под термодинамическим КПД цикла?
- 133 Назначение трубчатых печей и их классификация. Основные узлы и детали печей.
- 134 Назначение, устройство вертикально-цилиндрической печи. Мероприятия по повышению эффективности работы печи.
- 135 Принципиальная схема однокамерной радиантно-конвекционной печи. Основные показатели работы печи. Требования при эксплуатации.
- 136 Назначение горелочных устройств. Опишите конструкцию комбинированного горелочного устройства типа ФГМ. Требования при эксплуатации печей.
- 137 Конструктивные элементы печей. Максимальное использование тепла дымовых газов. Требования при эксплуатации.
- 138 Гарнитура печей. Топливоснабжение печей. Принципиальная схема разводки жидкого и газообразного топлива.
- 139 Назначение и устройство пароперегревателей и рекуператоров. Подготовка к пуску печи, пуск.
- 140 Плановая остановка печи. Аварийная остановка печи. Устройство горелки ГВК-500.
- 141 Назначение и устройство ёмкостей (горизонтальных, вертикальных). Ёмкости для сжиженных газов. Какие ёмкости называют монжусами?
- 142 Назначение и устройство вертикальных резервуаров, для хранения нефти и нефтепродуктов. Резервуар с плавающей крышей.

#### **4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков, 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 и СПб ГТИ 044-2012. КС УКВД. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

Аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта, зачета и экзамена. Зачет и экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и состоят из двух теоретических вопросов (для проверки знаний) из перечня вопросов к экзамену и комплексной задачи (для проверки умений и навыков). Время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

### Примерные темы курсовых проектов

- 7 Разработать абсорбционную установку для улавливания бензольных углеводородов из коксового газа каменноугольным маслом:
  - а) с насадочным абсорбером;
  - б) с тарельчатым абсорбером.
- 8 Разработать абсорбционную установку для получения сернистой кислоты из газов обжига серного колчедана.
- 9 Разработать ректификационную установку для разделения смеси бензол-толуол.
- 10 Разработать ректификационную установку для разделения смеси этиловый спирт-вода.
- 11 Разработать экстракционную установку для очистки воды от фенола бензолом:
  - а) с распылительным колонным экстрактором;
  - б) с роторно-дисковым экстрактором.
- 12 Разработать адсорбционную установку для улавливания паров бутилацетата из воздуха активным углем:
  - а) с неподвижным слоем адсорбента;
  - б) с движущимся слоем адсорбента.
- 7 Разработать установку для концентрирования раствора хлористого кальция обратным осмосом.