

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент **В.Ю. Бажин**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ АППАРАТОВ ОТРАСЛИ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	15.03.02 Технологические машины и оборудование
<b>Направленность (профиль):</b>	Оборудование нефтегазопереработки
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составители:</b>	В.С. Леонтьев Л.Н. Никитина

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли»** разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Минобрнауки России № 728 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленность (профиль) «Оборудование нефтегазопереработки».

Составители

\_\_\_\_\_

к.т.н., доцент Леонтьев В.С.

\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Никитина Л.Н.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 08.02.2022 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

д.т.н.

Бажин В.Ю.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса

\_\_\_\_\_

к.т.н.

Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» – формирование знаний, умений и рационального подхода к конструированию типовых элементов и конструкций в целом машин и аппаратов нефтегазового производства, освоению современных методов расчета оборудования.

Основными задачами дисциплины «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» являются:

- изложение общих принципов и методов конструирования и расчета аппаратов отрасли.
- формирование представлений о современных тенденциях развития химического и нефтехимического аппаратостроения.
- выработка навыков практического использования справочной, нормативной, патентной и научно-технической литературы.
- освоение современных программных комплексов для проведения прочностных расчетов оборудования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» направленность (профиль) «Оборудование нефтегазопереработки» и изучается в 6 и 7 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» являются «Сопротивление материалов», «Машины и аппараты нефтегазопереработки», «Механика жидкости и газа», «Теоретическая механика», «Основы проектирования», «Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии».

Дисциплина «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Надежность технологических машин и оборудования», «Монтаж и ремонт машин и аппаратов нефтегазопереработки».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Конструирование и расчёт аппаратов отрасли» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен обеспечивать работу технологических машин и оборудования на производствах нефтегазопереработки	ПКС-1	ПКС-1.5. Умеет планировать и проводить мероприятия по обеспечению герметичности и прочности оборудования нефтегазопереработки
Способен проектировать сложное технологическое оборудование нефтегазопереработки	ПКС-4	ПКС-4.4. Умеет выбирать конструкционные материалы с учетом особенностей технологических процессов нефтегазопереработки ПКС-4.5. Владеет навыками технологического, гидродинамического и прочностного расчета основного и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки ПКС-4.6. Владеет навыками использования прикладных компьютерных программ при проектировании технологического оборудования

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		6	7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>51</b>	<b>34</b>
Лекции (Л)	34	17	17
Практические занятия (ПЗ)	51	34	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>131</b>	<b>75</b>	<b>56</b>
Подготовка к лекциям	8	-	8
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	50	34	16
Выполнение курсовой работы	20	20	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	12	-	12
Аналитический информационный поиск	9	5	4
Работа в библиотеке	23	7	16
Подготовка к дифф. зачету	9	9	-
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ), экзамен (Э), курсовая работа (КР)</b>	<b>36</b>	<b>ДЗ, КР</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>252</b>	<b>126</b>	<b>126</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, курсовая работа и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Введение»	14	4	4		6
Раздел 2 «Расчет на механическую прочность тонкостенных сосудов и аппаратов»	80	12	21		47
Раздел 3 «Фланцевые соединения»	23	2	6		15
Раздел 4 «Трубные решетки»	28	4	6		18
Раздел 5 «Опоры вертикальных и горизонтальных аппаратов. Устройства для строповки аппаратов»	38	4	8		26
Раздел 6 «Малоцикловые нагрузки»	12	2	2		8
Раздел 7 «Аппараты высокого давления»	21	6	4		11
<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>0</b>	<b>131</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение	Классификация аппаратов по конструктивному исполнению, функциональному назначению. Общие требования к конструкции и надежности аппаратов нефтегазового производства Законодательные нормы и требования к аппаратам нефтегазового производства по безопасности эксплуатации и расчетам на прочность. Требования к конструктивным материалам и рекомендуемые черные металлы и сплавы, цветные металлы, неметаллические материалы, материалы для сварки и пайки. Технология изготовления стальных сварных аппаратов. Испытания аппаратов.	4
2	Расчет на механическую прочность тонкостенных сосудов и аппаратов	Расчет на механическую прочность сосудов и аппаратов. Основные расчетные параметры. Конструкции и расчеты на прочность тонкостенных цилиндрических, сферических, конических обечаек под избыточным внутренним и наружным давлением. Конструкции и расчеты на прочность плоских, эллиптических и сферических днищ обечаек. Укрепление отверстий в обечайках и днищах аппаратов при внутреннем и внешнем давлениях. Узлы сопряжения оболочек. Расчет краевых нагрузок. Обеспечение прочности в местах сопряжения оболочек. Аппараты с рубашками.	12
3	Фланцевые соединения	Конструкции. Плоские фланцы. Соединения выступ-впадина и шип-паз. Типы прокладок. Расчет на прочность и герметичность. Знакомство с ГОСТ Р: Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.	2
4	Трубные решетки	Конструкции. Способы крепления труб в трубных решетках. Компенсация температурных нагрузок. Методы расчета. Знакомство с ГОСТ Р: Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты.	4
5	Опоры вертикальных и горизонтальных аппаратов. Устройства для строповки аппаратов	Опоры вертикальных аппаратов. Лапы и стойки. Цилиндрические опоры. Расчет на ветровую и сейсмическую устойчивость. Опоры горизонтальных аппаратов. Седловые опоры. Выбор конструкции строповых устройств. Ушки, крюки, цапфы и монтажные штуцера. Прочностные расчеты	4
6	Малоцикловые нагрузки	Особенности расчета аппаратов при малоцикловых нагрузках. Знакомство с ГОСТ Р: Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках	2
7	Аппараты высокого давления	Толстостенные сосуды и аппараты. Конструкции и расчет толстостенных цилиндрических обечаек, днищ и крышек. Затворы аппаратов высокого давления	6
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Знакомство с нормативной документацией: ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.	2
2.	Раздел 1	Методы испытания аппаратов на герметичность	2
3.	Раздел 2	Расчет аппаратов, нагруженных внутренним давлением. Решение задач.	4
4.	Раздел 2	Расчет аппаратов, нагруженных наружным давлением, изгибающим моментом и осевой сжимающей силой. Решение задач.	4
5.	Раздел 2	Расчет оптимальных размеров аппаратов из условия обеспечения минимальной металлоемкости и минимальной поверхности. Решение задач.	4
6.	Раздел 2	Расчет сопряженных оболочек. Решение задач.	4
7.	Раздел 2	Укрепление отверстий. Решение задач.	5
8.	Раздел 3	Расчет фланцевых соединений на прочность и герметичность. Решение задач.	6
9.	Раздел 4	Расчет трубных решеток. Решение задач.	6
10.	Раздел 5	Выбор строповых устройств. Работа с ГОСТ Р. Решение задач.	2
11.	Раздел 5	Расчет цилиндрических опор вертикальных аппаратов. Работа с ГОСТ Р. Решение задач.	2
12.	Раздел 5	Расчет лап и стоек вертикальных аппаратов. Работа с ГОСТ Р. Решение задач.	2
13.	Раздел 5	Расчет горизонтальных опор. Работа с ГОСТ Р. Решение задач.	2
14.	Раздел 6	Расчет аппаратов при малоцикловых нагрузках. Работа с ГОСТ Р. Решение задач.	2
15.	Раздел 7	Толстостенные сосуды. Расчет на прочность однослойных и многослойных обечаек	4
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Темы курсовых работ
1	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата горизонтального типа с эллиптическими днищами
2	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата вертикального типа с эллиптическими крышкой и днищем
3	Конструирование и расчет емкостного аппарата вертикального типа с фланцевой эллиптической крышкой, приварным эллиптическим днищем и рубашкой
4	Конструирование и расчет емкостного аппарата вертикального типа с фланцевой эллиптической крышкой, приварным коническим ( $2\alpha=90^\circ$ ) отбортованным днищем и рубашкой
5	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата вертикального типа с эллиптической крышкой и коническим ( $2\alpha=90^\circ$ ) отбортованным днищем
6	Конструирование и расчет емкостного аппарата вертикального типа с фланцевой эллиптической крышкой и приварным эллиптическим днищем
7	Конструирование и расчет емкостного аппарата вертикального типа с фланцевой эллиптической крышкой и приварным коническим ( $2\alpha=90^\circ$ ) отбортованным днищем
8	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата вертикального типа с эллиптической крышкой, коническим ( $2\alpha=90^\circ$ ) отбортованным днищем и рубашкой

9	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата вертикального типа с плоскими днищами
10	Конструирование и расчет цельносварного емкостного аппарата вертикального типа с эллиптическими крышкой и днищами и рубашкой

#### 4.2.6. Примерная тематика расчетно-графических работ

**Расчетно-графические работы** выполняются для приобретения навыков работы с нормативной документацией, проведения прочностных расчетов с помощью программных комплексов с использованием вычислительной техники и построения 3D моделей аппаратов. Для расчета используются программные пакеты CADMATIC, CATIA. Для объемного 3D моделирования – КОМПАС и AUTOCAD.

Примерный перечень тем РГР:

1. Расчет фланцевого соединения с плоской уплотняющей поверхностью.
2. Расчет фланцевого соединения выступ-впадина.
3. Расчет фланцевого соединения шип-паз.
4. Построение 3D модели емкостного аппарата вертикального типа на опорах-стойках
5. Построение 3D модели емкостного аппарата вертикального типа на опорах-лапах
6. Построение 3D модели колонного аппарата на цилиндрической опоре.
7. Построение 3D модели колонного аппарата на опоре-юбке.
8. Построение 3D модели горизонтального аппарата на седловых опорах.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета, экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки конструкционного и прочностного расчета.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы текущего контроля**

#### **успеваемости**

##### **Раздел 1. Введение**

1. Определение конструкционного расчета.
2. Выбор методики расчета.
3. Выбор конструкционного материала.
4. Виды конструкционных материалов.
5. Виды нормативных документов.

##### **Раздел 2. Расчет на механическую прочность тонкостенных сосудов и аппаратов**

1. Какие аппараты относят к тонкостенным?
2. При каких условиях обеспечивается минимальная металлоемкость аппарата (при заданном объеме)?
3. В каких случаях проводят укрепление отверстий?
4. Как выбирается толщина стали?
5. Какие бывают поправки на толщину?

##### **Раздел 3. Фланцевые соединения**

1. Приведите классификацию фланцев.
2. Виды фланцевых соединений.
3. Сварные фланцы.
4. Что такое запас прочности?
5. Как определяется толщина уплотнительной прокладки?

##### **Раздел 4. Трубные решетки**

1. Приведите классификацию трубных решеток.
2. Способы крепления трубных решеток.
3. Особенности аппаратов из меди и латуни.
4. Каковы основные виды линзовых компенсаторов?
5. Конструкции соединения трубных решеток с кожухом.

##### **Раздел 5. Опоры вертикальных и горизонтальных аппаратов. Устройства для строповки аппаратов**

1. Приведите классификацию опор.
2. Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?
3. Виды строповых устройств.
4. В каких случаях используют накладной лист?
5. Схемы расположения опор.

##### **Раздел 6. Малоцикловые нагрузки**

1. Допускаемое число циклов нагружения.
2. Размах колебания рабочего давления.
3. Коэффициент линейного суммирования повреждений.
4. Циклы нагружения при повторяющихся испытаниях давлением.
5. Условия проверки на малоцикловую прочность.

##### **Раздел 7. Аппараты высокого давления**

1. Приведите классификацию АД.
2. Какие аппараты относят к АД?
3. Перечислите требования к изготовлению АД, реконструкции, ремонту, методам контроля и испытаний.
4. Методы контроля и испытаний АД.
5. Особенности штуцеров для аппаратов АД.



## 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета/экзамена)

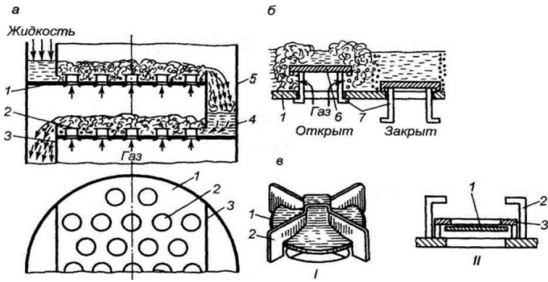

### 6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифференцированному зачету/экзамену (по дисциплине):

1. Какие мешалки относятся к быстроходным?
2. Какие мешалки относятся к тихоходным?
3. В каких случаях аппаратуру изготавливают из двухслойных сталей?
4. При каких условиях работы аппараты подведомственны Гостехнадзору?
5. На какие группы подразделяются технологические аппараты в зависимости от содержащейся в них среды и ее рабочих параметров?
6. Объем контроля сварных швов в зависимости от группы аппаратов.
7. Что должно учитывать рабочее давление?
8. По какой формуле определяется коэффициент толстостенности?
9. В каких случаях гидравлические испытания допускается заменить пневматическими?
10. Какие циклы учитываются при расчете на малоцикловую прочность?
11. При каких условиях обеспечивается минимальная металлоемкость аппарата (при заданном объеме)?
12. Фланцы.
13. Виды фланцевых соединений.
14. Опоры.
15. Расчет обечайки на прочность.
16. Крышки.
17. Аппараты с рубашками.
18. Теплообменные аппараты.
19. Сварные соединения. Виды.
20. Выбор конструкционного материала.
21. Виды прокладочных материалов.
22. Герметичность аппарата. Требования.
23. Прочность колонного аппарата.
24. Расчет на ветровую нагрузку. Условия выполнения.
25. Гидродинамические расчеты.
26. Выбор диаметра аппарата.
27. Размерный ряд.
28. Расчетное давление.
29. Испытание аппаратов.
30. Выбор фланцевого соединения.
31. Выбор строповых устройств.
32. Малоцикловые нагрузки. Особенности расчета
33. Аппараты высокого давления.
34. Понятие технологической поправки.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету/экзамену:

Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
1.	В какой фазе мольное содержание легкого компонента в смеси выше?	1. В паровой фазе 2. В паровой и жидкой фазе одинаково, если фазы равновесны 3. В жидкой фазе 4. В зависимости от природы вещества

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
2.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Седловые</li> <li>2. Опоры-юбки</li> <li>3. Опоры-лапы</li> <li>4. Стойки</li> </ol>
3.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Седловые</li> <li>2. Опоры-юбки</li> <li>3. Опоры-лапы</li> <li>4. Стойки</li> </ol>
4.	Какие из приведенных конструкций контактных устройств тарельчатых массообменных колонн относятся к классу «барботажные тарелки»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дырчатые</li> <li>2. Ситчато-клапанные</li> <li>3. Колпачковые</li> <li>4. Все перечисленные типы</li> </ol>
5.	Чем определяется расстояние между тарелками при расчете ректификации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температурой окружающей среды</li> <li>2. Парожидкостными нагрузками</li> <li>3. Материалом тарелок</li> <li>4. Верные ответы 1 и 3</li> </ol>
6.	<p>Какое контактное устройство изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Клапанная тарелка</li> <li>2. Колпачковая тарелка</li> <li>3. Ситчатая провальная тарелка</li> <li>4. Ситчатая многосливная тарелка</li> </ol>
7.	<p>На рисунке изображено:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Колпачковая тарелка</li> <li>2. Распределитель жидкости патрубкового типа</li> <li>3. Опорная решетка</li> <li>4. Клапанная тарелка</li> </ol>
8.	Приварка рубашки из углеродистых или низколегированных сталей к корпусу аппарата из аустенитной стали допускается при	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>t &lt; 100\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>2. <math>t &gt; 100\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>3. <math>t &gt; 200\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>4. <math>t &gt; 300\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> </ol>
9.	По какой формуле определяется нагрузочный фактор?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F = w \cdot (\rho_{\text{п}})^{0,5}</math></li> <li>2. <math>F = w \cdot (\rho_{\text{п}})^{0,3}</math></li> <li>3. <math>F = w \cdot (\rho_{\text{ж}})^{0,5}</math></li> <li>4. <math>F = w / (\rho_{\text{п}})^{0,5}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
10.	Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем выше смачиваемость, тем выше эффективность</li> <li>2. Чем выше смачиваемость, тем ниже эффективность</li> <li>3. Смачиваемость не влияет на эффективность насадки</li> <li>4. Смачиваемость влияет на эффективность только насыпных насадок</li> </ol>
11.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фланцевое соединение «шип-паз».</li> <li>2. Фланцевое соединение «выступ-впадина».</li> <li>3. Фланцевое соединение с линзовой прокладкой.</li> <li>4. Плоское фланцевое соединение</li> </ol>
12.	Какую точку в колонне выбирают в качестве контрольной?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точку, наиболее чувствительную к изменению температуры</li> <li>2. Точку на 5 тарелок ниже верха колонны</li> <li>3. Точку на 5 тарелок выше куба колонны</li> <li>4. Точку в зоне ввода питания</li> </ol>
13.	Для чего используют буферную зону при отборе товарного продукта в виде бокового погона?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для увеличения чистоты товарного продукта</li> <li>2. Для уменьшения высоты колонны</li> <li>3. Для увеличения производительности</li> <li>4. Для снижения энергозатрат</li> </ol>
14.	Что дает использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможно снижение стадийности производства</li> <li>2. Возможно снижение потребления греющего пара</li> <li>3. Исключается риск загрязнения целевых продуктов сторонними компонентами</li> <li>4. Все три вышеприведенных эффекта</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
15.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Рубашка из полутруб</li> <li>2 Рубашка с вмятинами</li> <li>3 Отъемная рубашка</li> <li>4 Неразъемная рубашка</li> </ol>
16.	<p>Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проводить процесс под повышенным давлением</li> <li>2. Проводить процесс под вакуумом</li> <li>3. Добавлять воду в питание колонны</li> <li>4. Использовать клапанные тарелки</li> </ol>
17.	<p>Какие модели термодинамического равновесия используются для расчета систем с расслаиванием</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вильсон</li> <li>2. Тиле-Гедиса</li> <li>3. NRTL</li> <li>4. Амины</li> </ol>
18.	<p>Среди перечисленных тяжелых нефтяных остатков ни в чем не растворяются</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смолы</li> <li>2. Асфальтены</li> <li>3. Карбены</li> <li>4. Карбоиды</li> </ol>
19.	<p>Для чего используют колонну отбензинивания в установках АВТ?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для удаления из нефти растворенных газов и легкой бензиновой фракции</li> <li>2. Для извлечения из нефти легкой и тяжелой бензиновых фракций</li> <li>3. Для удаления из нефти растворенных газов</li> <li>4. Для получения товарной бензиновой фракции</li> </ol>
20.	<p>Какая из внутренних причин разгерметизации зависит от внутренней природы процессов, происходящих внутри аппарата?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коррозионное воздействие на стенки аппарата.</li> <li>2. Эрозионное воздействие на стенки аппарата при наличии механических примесей в реакционной массе.</li> <li>3. Термическое разложение с выделением большого количества тепла.</li> <li>4. Разрушение прокладок при неудачном выборе их материала.</li> </ol>

#### Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
1.	<p>Приварка рубашки из углеродистых или низколегированных сталей к корпусу аппарата из аустенитной стали допускается при</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>t &lt; 100\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>2. <math>t &gt; 100\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>3. <math>t &gt; 200\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> <li>4. <math>t &gt; 300\text{ }^{\circ}\text{C}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
2.	Какие причины разгерметизации аппаратов при действии на них окружающей среды?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Попадание несанкционированных примесей из атмосферы в аппарат при его заполнении.</li> <li>2. Коррозионное воздействие агрессивных атмосферных примесей</li> <li>3. Чрезмерное содержание влаги в воздухе</li> <li>4. Воздействие ветра с большим содержанием пыли.</li> </ol>
3.	Какая из причин, определяемая природой взаимодействия содержимого хранилища с материалом стенок, может привести к нарушению герметичности аппарата?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Содержание кислых примесей в аппарате.</li> <li>2. Образование коррозионного растрескивания стенок аппарата.</li> <li>3. Каталитическое действие примесей в стенках аппарата на побочные реакции разложения с большим тепловым эффектом.</li> <li>4. Разрушение сварных швов при неудачном выборе материалов электродов</li> </ol>
4.	Какая из внутренних причин разгерметизации зависит от внутренней природы процессов, происходящих внутри аппарата?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коррозионное воздействие на стенки аппарата.</li> <li>2. Эрозионное воздействие на стенки аппарата при наличии механических примесей в реакционной массе.</li> <li>3. Термическое разложение с выделением большого количества тепла.</li> <li>4. Разрушение прокладок при неудачном выборе их материала.</li> </ol>
5.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Седловые</li> <li>2. Опоры-юбки</li> <li>3. Опоры-лапы</li> <li>4. Стойки</li> </ol>
6.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Седловые</li> <li>2. Опоры-юбки</li> <li>3. Опоры-лапы</li> <li>4. Стойки</li> </ol>
7.	Азеотропными смесями называют	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нераздельнокипящие смеси</li> <li>2. Близкокипящие смеси</li> <li>3. Смеси, в которых разница между температурами кипения выше 50 градусов по Цельсию</li> <li>4. Смеси, в которых разница между температурами кипения выше 70 градусов по Цельсию</li> </ol>

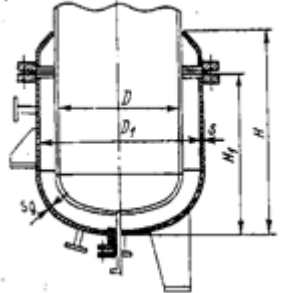
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
8.	Смесями с отрицательными отклонениями от закона Рауля называются смеси, в которых:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Истинные парциальные давления паров над смесью больше, чем вычисленные по закону Рауля</li> <li>2. Истинные парциальные давления паров над смесью в области высоких концентраций легколетучего компонента больше, чем вычисленные по закону Рауля</li> <li>3. Истинные парциальные давления паров над смесью меньше, чем вычисленные по закону Рауля</li> <li>4. Истинные парциальные давления паров над смесью в области высоких концентраций труднолетучего компонента больше, чем вычисленные по закону Рауля</li> </ol>
9.	Какие из приведенных конструкций контактных устройств тарельчатых массообменных колонн относятся к классу «барботажные тарелки»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дырчатые</li> <li>2. Ситчато-клапанные</li> <li>3. Колпачковые</li> <li>4. Все перечисленные типы</li> </ol>
10.	Чем определяется расстояние между тарелками при расчете ректификации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температурой окружающей среды</li> <li>2. Парожидкостными нагрузками</li> <li>3. Материалом тарелок</li> <li>4. Верные ответы 1 и 3</li> </ol>
11.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Фланцевое соединение «шип-паз».</li> <li>6. Фланцевое соединение «выступ-впадина».</li> <li>7. Фланцевое соединение с линзовой прокладкой.</li> <li>8. Плоское фланцевое соединение</li> </ol>
12.	Какую точку в колонне выбирают в качестве контрольной?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точку, наиболее чувствительную к изменению температуры</li> <li>2. Точку на 5 тарелок ниже верха колонны</li> <li>3. Точку на 5 тарелок выше куба колонны</li> <li>4. Точку в зоне ввода питания</li> </ol>
13.	Для чего используют буферную зону при отборе товарного продукта в виде бокового погона?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для увеличения чистоты товарного продукта</li> <li>2. Для уменьшения высоты колонны</li> <li>3. Для увеличения производительности</li> <li>4. Для снижения энергозатрат</li> </ol>

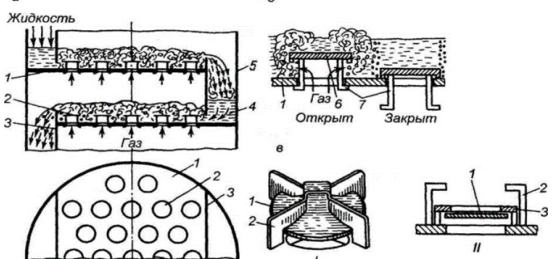
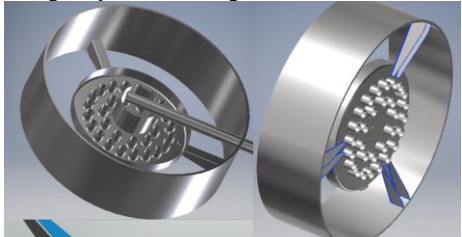

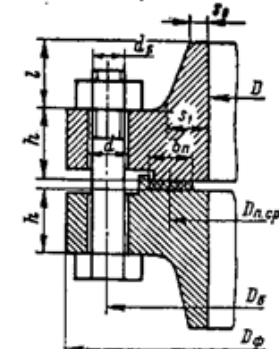
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
14.	Что дает использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможно снижение стадийности производства</li> <li>2. Возможно снижение потребления греющего пара</li> <li>3. Исключается риск загрязнения целевых продуктов сторонними компонентами</li> <li>4. Все три вышеприведенных эффекта</li> </ol>
15.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Рубашка из полутруб</li> <li>2 Рубашка с вмятинами</li> <li>3 Отъемная рубашка</li> <li>4 Неразъемная рубашка</li> </ol>
16.	Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проводить процесс под повышенным давлением</li> <li>2. Проводить процесс под вакуумом</li> <li>3. Добавлять воду в питание колонны</li> <li>4. Использовать клапанные тарелки</li> </ol>
17.	Какие модели термодинамического равновесия используются для расчета систем с расслаиванием	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вильсон</li> <li>2. Тиле-Гедиса</li> <li>3. NRTL</li> <li>4. Амины</li> </ol>
18.	Среди перечисленных тяжелых нефтяных остатков ни в чем не растворяются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смолы</li> <li>2. Асфальтены</li> <li>3. Карбены</li> <li>4. Карбоиды</li> </ol>
19.	Для чего используют колонну отбензинивания в установках АВТ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для удаления из нефти растворенных газов и легкой бензиновой фракции</li> <li>2. Для извлечения из нефти легкой и тяжелой бензиновых фракций</li> <li>3. Для удаления из нефти растворенных газов</li> <li>4. Для получения товарной бензиновой фракции</li> </ol>
20.	Какая из внутренних причин разгерметизации зависит от внутренней природы процессов, происходящих внутри аппарата?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коррозионное воздействие на стенки аппарата.</li> <li>2. Эрозионное воздействие на стенки аппарата при наличии механических примесей в реакционной массе.</li> <li>3. Термическое разложение с выделением большого количества тепла.</li> <li>4. Разрушение прокладок при неудачном выборе их материала.</li> </ol>

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
1.	Какие модели термодинамического равновесия используются для расчета систем с расслаиванием	1 Вильсон 2 Тиле-Гедиса 3 NRTL 4 Амины
2.	В какой фазе мольное содержание легкого компонента в смеси выше?	1. В паровой фазе 2. В паровой и жидкой фазе одинаково, если фазы равновесны 3. В жидкой фазе 4. В зависимости от природы вещества
3.	Какая из внутренних причин разгерметизации зависит от внутренней природы процессов, происходящих внутри аппарата?	1 Коррозионное воздействие на стенки аппарата. 2 Эрозионное воздействие на стенки аппарата при наличии механических примесей в реакционной массе. 3 Термическое разложение с выделением большого количества тепла. 4 Разрушение прокладок при неудачном выборе их материала.
4.	Для чего используют колонну отбензинивания в установках АВТ?	1 Для удаления из нефти растворенных газов и легкой бензиновой фракции 2 Для извлечения из нефти легкой и тяжелой бензиновых фракций 3 Для удаления из нефти растворенных газов 4 Для получения товарной бензиновой фракции
5.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
6.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
7.	Приварка рубашки из углеродистых или низколегированных сталей к корпусу аппарата из аустенитной стали допускается при	1. $t < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2. $t > 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 3. $t > 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 4. $t > 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
8.	Какие из приведенных конструкций контактных устройств тарельчатых массообменных колонн относятся к классу «барботажные тарелки»?	1 Дырчатые 2 Ситчато-клапанные 3 Колпачковые 4. Все перечисленные типы



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
9.	<p>На рисунке изображена</p> 	<p>1 Рубашка из полутруб 2 Рубашка с вмятинами 3 Отъемная рубашка 4 Неразъемная рубашка</p>
10.	<p>Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?</p>	<p>1 Чем выше смачиваемость, тем выше эффективность 2 Чем выше смачиваемость, тем ниже эффективность 3 Смачиваемость не влияет на эффективность насадки 4 Смачиваемость влияет на эффективность только насыпных насадок</p>
11.	<p>Какую точку в колонне выбирают в качестве контрольной?</p>	<p>1 Точку, наиболее чувствительную к изменению температуры 2 Точку на 5 тарелок ниже верха колонны 3 Точку на 5 тарелок выше куба колонны 4 Точку в зоне ввода питания</p>
12.	<p>Для чего используют буферную зону при отборе товарного продукта в виде бокового погона?</p>	<p>1 Для увеличения чистоты товарного продукта 2 Для уменьшения высоты колонны 3 Для увеличения производительности 4 Для снижения энергозатрат</p>
13.	<p>Что дает использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов?</p>	<p>1 Возможно снижение стадийности производства 2 Возможно снижение потребления греющего пара 3 Исключается риск загрязнения целевых продуктов сторонними компонентами 4 Все три вышеприведенных эффекта</p>
14.	<p>Какие требования предъявляются к ректификационной аппаратуре при работе с термолабильными продуктами?</p>	<p>1 Гидравлическое сопротивление должно быть минимальным 2 Задержка жидкости должна быть минимальной 3 Время пребывания жидкой фазы в аппарате должно быть минимальным 4 Важны все вышеперечисленные требования</p>
15.	<p>Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей</p>	<p>1 Проводить процесс под повышенным давлением 2 Проводить процесс под вакуумом 3 Добавлять воду в питание колонны 4 Использовать клапанные тарелки</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
16.	<p>Какое контактное устройство изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Клапанная тарелка</li> <li>2 Колпачковая тарелка</li> <li>3 Ситчатая провальная тарелка</li> <li>4 Ситчатая многосливная тарелка</li> </ol>
17.	<p>На рисунке изображено:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Колпачковая тарелка</li> <li>2 Распределитель жидкости</li> <li>3 Опорная решетка</li> <li>4 Клапанная тарелка</li> </ol>
18.	<p>Какой тип насадки изображен на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Упругая регулярная насадка из сетки типа «Шеврон»</li> <li>2 Регулярная насадка из просечного листа типа «ПР»</li> <li>3 Регулярная насадка типам «Меллапак»</li> <li>4 Регулярная насадка типа «Глитч»</li> </ol>
19.	<p>По какой формуле определяется нагрузочный фактор?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 <math>F=w \cdot (\rho_{п})^{0,5}</math></li> <li>2 <math>F=w \cdot (\rho_{п})^{0,3}</math></li> <li>3 <math>F=w \cdot (\rho_{ж})^{0,5}</math></li> <li>4 <math>F=w / (\rho_{п})^{0,5}</math></li> </ol>
20.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фланцевое соединение «шип-паз».</li> <li>2. Фланцевое соединение «выступ-впадина».</li> <li>3. Фланцевое соединение с линзовой прокладкой.</li> <li>4. Плоское фланцевое соединение</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

#### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

### 6.3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Гуревич, Ю.Е. Расчет и основы конструирования деталей машин : учебник : в 2 т. / Ю.Е. Гуревич, А.Г. Схиртладзе. – Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. – 240 с. - ISBN 978-5-906923-29-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073038>. – Режим доступа: по подписке.

2. Запорожец, Е.П. Процессы и оборудование в технологиях подготовки и переработки углеводородных газов : монография / Е.П. Запорожец, Н.А. Шостак, Е.Е. Запорожец. - Москва ;

Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 600 с. - ISBN 978-5-9729-0723-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1835966>. – Режим доступа: по подписке.

3. Лаптев, А.Г. Основы расчета и модернизация теплообменных установок в нефтехимии: Монография / Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Минеев Н.Г. - Санкт-Петербург : Страта, 2017. - 576 с.: ISBN 978-5-906150-38-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/968673>. – Режим доступа: по подписке.

4. Оборудование нефтегазопереработки, химических и нефтехимических производств.: учебник для вузов в двух книгах / А.С. Тимонин, Г.В. Божко, В.Я. Борщев [и др.] ; под общ. ред. А.С. Тимониной. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 476 с. - ISBN 978-5-9729-0269-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836010>. – Режим доступа: по подписке.

5. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств : учебник / В.М. Зимняков, А.А. Курочкин, И.А. Спицын, В.А. Чугунов. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 360 с. – (Высшее образование). – [www.dx.doi.org/10.12737/17664](http://www.dx.doi.org/10.12737/17664). - ISBN 978-5-16-010566-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1016412>. – Режим доступа: по подписке.

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Банных, О.П. Оборудование для нефтехимических производств : учебное пособие / О.П. Банных. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО. – 2017. – 44 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/91545>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Леонтьев, В.С. Многоцелевые установки для переработки жидких отходов и регенерации растворителей/В.С. Леонтьев // Экология производства. – 2017. – № 4. – С. – 70-73.

3. Леонтьев, В.С. Структурно-энергетическая оптимизация технологии выделения фенола и ацетона с использованием компонентов реакционной смеси в качестве разделяющих агентов /Н.А. Романова, В.С. Леонтьев//Нефтехимия. – 2017. Т. 57. № 3. С. 319-324.

4. Пакулин, В.Н. Проектирование в AutoCAD / В.Н. Пакулин. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2017. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429117>.

5. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.

6. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.

7. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер.

8. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.

9. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.

10. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках.

11. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты.

12. ГОСТ Р. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Романков, П. Г. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. - СПб. : Химиздат, 2017 – 544 с.

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
8. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
16. Электронная библиотека <https://techlib.org>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

##### *128 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийная установка с акустической системой – 1 шт. (в т.ч. мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., монитор – 1 шт., компьютер – 1 шт.), возможность доступа к сети «Интернет», стул для студентов – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 65 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 2 шт., плакат в рамке настенный – 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

##### *64 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 64 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 33 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *60 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук - 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 60 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол - 31 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска белая настенная магнитно-маркерная – 1 шт., доска под мел – 1 шт., плакат в рамке настенный – 3 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *56 посадочных мест*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 56 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 29 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

#### *52 посадочных места*

Оснащенность: Мультимедийный проектор – 1 шт., проекционная аппаратура: источник бесперебойного питания – 1 шт., экран – 1 шт., ноутбук – 1 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), стойка мобильная – 1 шт., стул для студентов – 52 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стол – 26 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., доска настенная магнитно-маркерная – 1 шт., плакат в рамке настенный – 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus, CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **Аудитории для проведения практических занятий**

#### *16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design

Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office 2007 Standard
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus