

**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**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К АППАРАТУРНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ**  
**ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ И**  
**НЕФТЕХИМИИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
<b>Направленность (профиль):</b>	Оборудование нефтегазопереработки
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Леонтьев В.С.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Минобрнауки России № 1452 от 25.11.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» направленность (профиль) «Оборудование нефтегазопереработки».

Составитель \_\_\_\_\_ доцент каф. АТПП Леонтьев В.С.

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

Заведующий кафедрой АТПП \_\_\_\_\_ д.т.н., доц., В.Ю. Бажин

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии» является формирование знаний, умений и рационального подхода к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов ректификации, повышению ресурсо- и энергосбережения процессов нефтегазопереработки и нефтехимии.

Задачами дисциплины являются:

- освоение методологии модернизации и технического перевооружения ректификационных комплексов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий;
- изучение общих принципов и методов энергетической оптимизации одно-, двух- и многоколонных ректификационных комплексов;
- рассмотрение особенностей аппаратурно-технологической оптимизации выделения и очистки термолабильных продуктов;
- рассмотрение практических примеров аппаратурно-технологической оптимизации ректификационных комплексов для повышения выхода и качества товарных продуктов, уменьшения энергозатрат и обеспечения промышленной безопасности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» и изучается в 1, 2, 3-м семестрах.

Дисциплина «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является глубокое рассмотрение современных подходов к аппаратурно-технологической оптимизации комплексов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий для повышения выхода и качества товарных продуктов, уменьшения энергозатрат и обеспечения промышленной безопасности. На основе знаний и умений, приобретенных магистрантом в процессе освоения дисциплины, формируются компетенции направленные на создание конкурентоспособной продукции, обеспечивающей импортозамещение в области аппаратурного оформления процессов нефтегазопереработки и нефтехимии.

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

Процесс изучения дисциплины «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять экспертизу технической документации при реализации	ОПК-2	ОПК-2.1. Знает постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства ОПК-2.2. Знает руководящие материалы по разработке и оформлению технической документации ОПК-2.3. Владеет основными принципами научного

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
технологического процесса		подхода при разработке технологических процессов
Способен разрабатывать методические и нормативные документы при реализации разработанных проектов и программ, направленных на создание узлов и деталей машин	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает методики и инструкции по разработке и оформлению чертежей и другой конструкторской документации и технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, порядок их сертификации ОПК-4.2. Умеет составлять инструкции по эксплуатации конструкций, пояснительные записки к ним, карты технического уровня, паспорта (в том числе патентные и лицензионные), программы испытаний, технические условия, извещения об изменениях в ранее разработанных чертежах и другую техническую документацию ОПК-4.3. Владеет методами технического контроля и испытания продукции
Способен разрабатывать новое технологическое оборудование	ОПК-9	ОПК-9.2. Умеет разрабатывать технические задания на проектирование нового технологического оборудования и специальной оснастки ОПК-9.3. Владеет методами технического контроля и испытания нового технологического оборудования
Способен проводить научные исследования и предлагать передовые решения в области нефтегазопереработки, а также внедрять их результаты в производство	ПКС-2	ПКС -2.1. Знать: - основные типы и конструкции аппаратов, используемых в технологических процессах нефтегазопереработки. Методы расчета производительности и основных конструктивных размеров машин и аппаратов нефтегазопереработки; - методологию модернизации и технического перевооружения ректификационных комплексов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий, типовые математические модели и алгоритмы, используемые для описания процессов и объектов, относящихся к профессиональной сфере ПКС -2.2. Уметь: - производить расчет и выбор основного технологического оборудования с учетом требуемой производительности, свойств материалов и условий эксплуатации; - разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов
Способен вести опытно-конструкторскую деятельность, а также внедрять новую технику и технологии в области переработки нефти и газа	ПКС-3	ПКС -3.2. Уметь: - применять методы расчета основного и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки; - определять рациональные режимы эксплуатации основного и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки; ПКС -3.3. Уметь: - применять принципы математического моделирования при проектировании автоматизированных систем

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		нефтепереработки; ПКС -3.4. Уметь: - разрабатывать техническое задание и технические предложения на разработку проектных решений

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам			
		1	2	3	
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>141</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	
Лекции (Л)	47	17	16	14	
Практические занятия (ПЗ)	94	34	32	28	
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>219</b>	<b>93</b>	<b>60</b>	<b>66</b>	
Подготовка к лекциям	27	19	4	4	
Подготовка к практическим занятиям	96	34	32	30	
Выполнение курсовой работы	20			20	
Аналитический информационный поиск	34	14	14	6	
Работа в библиотеке	26	13	7	6	
Подготовка к зачету	16	13	3		
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З) / экзамен (Э) / курсовой работа (КР)</b>	<b>З, Э(36), КР</b>	<b>З</b>	<b>З</b>	<b>Э(36), КР</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>					
	<b>ак. час.</b>	<b>396</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, курсовое проектирование 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 курсовое проектирование
Раздел 1 Общие вопросы по теории ректификации	33	5	10	-	18
Раздел 2 Современные конструкции массообменных колонн	111	12	24	-	75

Раздел 3 Аппаратурно-промышленная оптимизация процессов нефтегазопереработки и нефтехимии	108	16	32	-	60
Раздел 4 Практические примеры аппаратурно-технологической оптимизации типовых процессов нефтегазопереработки	108	14	28	-	66
<b>Итого:</b>	<b>360</b>	<b>47</b>	<b>94</b>	<b>-</b>	<b>219</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1. Общие вопросы по теории ректификации	Непрерывная и периодическая ректификация. Особенности расчета периодической ректификации. Простые и сложные ректификационные колонны. Способы создания парового потока в колонне. Варианты создания орошения в колоннах. Зеотропная и азеотропная ректификация. Экстрактивная ректификация.	5
2.	Раздел 2. Современные конструкции массообменных колонн	Тарельчатые колонны. Методика гидродинамического расчета тарельчатых колонн. Современные конструкции насыпных насадок. Методика гидродинамического расчета. Современные конструкции регулярных насадок. Особенности эксплуатации колонн с регулярными насадками. Распределители пара и жидкости. Отечественные и зарубежные производители насадок. Методика гидродинамического расчета колонн с регулярными насадками. Оптимизация аппаратурного оформления процессов ректификации. Модернизация ректификационных колонн с использованием регулярных насадок.	12
3.	Раздел 3. Аппаратурно-промышленная оптимизация процессов нефтегазопереработки и нефтехимии	Методология модернизации и технического перевооружения ректификационных комплексов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий. Энергетическая оптимизация одноколонных аппаратов для химических технологий и процессов нефтепереработки. Энергетическая оптимизация двухколонных систем для разделения азеотропов, чувствительных к изменению давления. Энергетическая оптимизация многоколонных ректификационных комплексов. Аппаратурно-технологическая оптимизация выделения и очистки термолабильных продуктов.	16
4.	Раздел 4. Практические примеры аппаратурно-технологической оптимизации типовых про-	Практические примеры аппаратурно-технологической оптимизации ректификационных комплексов с целью повышения выхода и качества товарных продуктов, уменьшения энергозатрат и обеспечения промышленной безопасности. Модернизация установок ЭЛОУ АВТ. Модернизация установки концентрирования	14

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	цессов нефтегазопереработки	гидроперекиси изопропилбензола. Модернизация установки выделения суммарных ксилолов. Модернизация узла стабилизации гидрогенизата. Модернизация установки производства этилбензола.	
Итого:			<b>47</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Особенности расчета периодической ректификации	4
2.		Азеотропная ректификация	3
3.		Экстрактивная ректификация	3
4.	Раздел 2.	Методика гидродинамического расчета тарельчатых колонн. Многопоточные тарелки. Особенности гидродинамического расчета.	6
5.		Методика гидродинамического расчета колонн с насыпными насадками.	6
6.		Методика гидродинамического расчета колонн с регулярными насадками.	6
7.		Конструктивные особенности при замене тарелок на регулярные насадки.	6
8.	Раздел 3.	Методология модернизации и технического перевооружения ректификационных комплексов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.	6
9.		Энергетическая оптимизация одноколонных аппаратов для химических технологий и процессов нефтепереработки. Построение кривых качества. Примеры оптимизации.	6
10.		Энергетическая оптимизация двухколонных систем для разделения азеотропов, чувствительных к изменению давления на примере системы этанол-вода.	6
11.		Энергетическая оптимизация многоколонных ректификационных комплексов. Построение аппаратурно-энергетических блоков.	6
12.		Аппаратурно-технологическая оптимизация выделения и очистки термолабильных продуктов. Построение области безопасной работы.	8
13.	Раздел 4.	Особенности модернизации установок АВТ.	6
14.		Использование примесных компонентов в качестве разделяющих агентов.	8
15.		Модернизация установки выделения суммарных ксилолов.	6
16.		Модернизация установки концентрирования гидроперекиси изопропилбензола.	8
Итого:			<b>94</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.4. Курсовые проекты.

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1.	Оптимизация одноколонной ректификационной установки на основе критерия минимума приведенных затрат
2.	Построение двухколонного аппаратурно-энергетического блока ректификационных колонн
3.	Построение трехколонного аппаратурно-энергетического блока ректификационных колонн
4.	Использование кривых качества при оптимизации ректификационных колонн
5.	Сопоставление стоимостных показателей на изготовление тарельчатой колонны К-1 с клапанными тарелками и насадочной колонны К-1 с регулярной насадкой типа ПР-У
6.	Оценка повышения эксплуатационных характеристик ректификационной колонны К-2 установки разделения суммарных ксилолов с сохранением существующего корпуса колонны при замене тарелок на регулярную насадку типа ПР-У
7.	Современные тенденции развития ректификационной аппаратуры в процессах нефтегазопереработки
8.	Оценка эффективности работы ректификационных колонн на примере дезанизатора
9.	Обеспечение безопасности процесса при разделении термолабильных продуктов на примере ректификации гидроперекисей
10.	Повышение эффективности ректификационной установки за счет замены тарельчатых контактных устройств на регулярную насадку

### 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 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.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

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

**6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

**Раздел 1. Общие вопросы по теории ректификации.**



1. Массообменные процессы. Движущая сила массообменных процессов.
2. Периодическая и непрерывная ректификация. Азеотропная и экстрактивная ректификация.
3. Ректификация бинарных и многокомпонентных смесей.
4. Уравнение рабочей линии для укрепляющей и исчерпывающей частей колонны.
5. Флегмовое число. Минимальное флегмовое число. Рабочее флегмовое число.
6. Полная колонна, неполная колонна, отпарная колонна, колонна с боковым отбором.

### **Раздел 2. Современные конструкции массообменных колонн**

1. Тарельчатые контактные устройства. Конструкции стандартных тарелок. Однопоточные и многопоточные тарелки. Эффективность, производительность, гидравлическое сопротивление, диапазон устойчивой работы различных тарелок.
2. Теоретическая тарелка, КПД тарелки, ВЭТТ.
3. Нерегулярные насадки. Типы, основные характеристики.
4. Регулярные насадки. Насадки Зульцер, Глич, ПР, Шеврон, Инжехим. Преимущества и недостатки регулярных насадок. Область применения регулярных насадок. Ограничения в применении регулярных насадок.
5. В каких процессах используют насадки из меди и алюминия?

### **Раздел 3. Аппаратурно-промышленная оптимизация процессов нефтегазопереработки и нефтехимии.**

1. Температурные контрольные точки в колонне. Критерии выбора. Применение.
2. Какие приемы используют для увеличения выхода целевого продукта при периодической и непрерывной ректификации?
3. Какие приемы используют для обеспечения оптимальных условий отбора промежуточных примесей в виде бокового погона?
4. Для чего и в каких случаях осуществляют циклический отбор дистиллята, кубовой жидкости и боковых погонов?
5. В каких случаях целевой продукт отбирают в виде бокового погона?

### **Раздел 4. Практические примеры аппаратурно-технологической оптимизации типовых процессов нефтегазопереработки.**

1. Какие основные процессы нефтепереработки протекают в присутствии водорода и какие – без?
2. Работа АВТ и ее составных частей.
3. Назначение установок ЭЛОУ.
4. Что относится к тяжелым нефтяным остаткам?
5. Какие тяжелые нефтяные остатки растворяются в легких растворителях?

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету:**

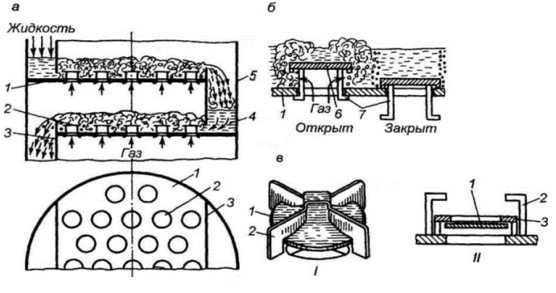
1. Типы орошения в колонне
2. Варианты подвода тепла в колонну
3. Закон Рауля. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля.
4. Азеотропные смеси. Гомогенные и гетерогенные азеотропы. Положительные и отрицательные азеотропы.
5. Правило фаз Гиббса. Уравнение Антуана.
6. Какие материалы используются при изготовлении регулярных листовых и сетчатых насадок?
7. Гидравлическое сопротивление насадок на 1 м высоты и на 1 т.т.
8. Динамическая и статическая задержка жидкости в насадках.
9. Распределители жидкости и пара. Конструкции для колонн различных диаметров.
10. Нагрузочный фактор. Максимальный и рабочий.
11. Что означает термин термолабильный продукт?
12. Как влияет температура на стабильность термолабильных продуктов?
13. Как влияет давление на стабильность термолабильных продуктов?


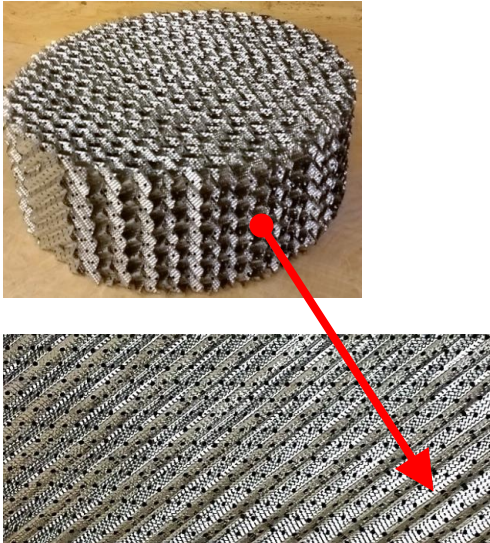
14. Как влияет концентрация термолабильных продуктов на их стабильность?
15. Как влияет время пребывания на стабильность термолабильных продуктов?
16. Что означает термин область термической стабильности?
17. Какие существуют конструктивные ограничения ректификационной аппаратуры при работе с термолабильными продуктами?
18. Какие типы контактных устройств имеют минимальную задержку жидкой фазы?
19. Какова последовательность построения области термической стабильности?
20. В каких случаях необходимо строить область термической стабильности разделяемой смеси?
21. Какой тип испарителей предпочтителен при работе с термолабильными продуктами?
22. Как лучше проводить отбор целевых продуктов при работе с термолабильными смесями?
23. Какой режим работы является предпочтительным при работе с термолабильными продуктами?
24. Какой тип колонн предпочтителен при разделении термолабильных продуктов?
25. Каким устройством создается вакуум 2-3 мм Hg?
26. По каким параметрам контролируется безопасность ведения процесса ?
27. Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей?
28. Каким образом можно осуществить очистку КУ от смол?
29. Влияет ли материал аппаратуры на безопасность ведения процесса при разделении термолабильных продуктов?
30. Какие способы существуют для разделения азеотропных смесей?
31. Какие условия необходимы для энергетического сопряжения колонн при разделении азеотропов, состав которых чувствителен к изменению давления?
32. В виде какой модельной последовательности можно представить систему двух колонн с рециклом?
33. На чем основан безреагентный способ абсолютирования этилового спирта?
34. Какие начальные приближения выбираются при оптимизации PSD-установки?
35. Для чего проводят теплофизический анализ потоков?
36. Использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов.
37. Какие условия необходимы для сопряжения колонн в энергетический блок?
38. Для чего используют тепловой насос?
39. Для чего используют встраиваемые технологии?
40. Что такое технологическая устойчивость ректификационных комплексов и как она обеспечивается?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к 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.	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>
3.	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>
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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
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.	<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>
9.	<p>По какой формуле определяется нагрузочный фактор?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>F=w \cdot (\rho_n)^{0,5}</math></li> <li>2. <math>F=w \cdot (\rho_n)^{0,3}</math></li> <li>3. <math>F=w \cdot (\rho_{ж})^{0,5}</math></li> <li>4. <math>F=w / (\rho_n)^{0,5}</math></li> </ol>
10.	<p>Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?</p>	<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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
11.	<p>На рисунке изображено:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. График энергетической оптимизации одноколонной ректификационной установки</li> <li>2. График энергетической оптимизации PSD-установки</li> <li>3. График расчета тепловой нагрузки на кожухотрубчатый теплообменник</li> <li>4. График энергетической оптимизации двухколонной линейной схемы ректификации</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>
15.	Какие требования предъявляются к ректификационной аппаратуре при работе с термолабильными продуктами?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидравлическое сопротивление должно быть минимальным</li> <li>2. Задержка жидкости должна быть минимальной</li> <li>3. Время пребывания жидкой фазы в аппарате должно быть минимальным</li> <li>4. Важны все вышеперечисленные требования</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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
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 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
1.	Какие виды опасностей характерны для нефтехимических производств?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Попадание пожаровзрывоопасных и токсических веществ в окружающую среду.</li> <li>2. Попадание паров легко летучих компонентов в водные источники</li> <li>3. Попадание водносолевых примесей в воздушное пространство.</li> <li>4. Попадание высоковязких парафинов в окружающую среду.</li> </ol>
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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
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.	К чему может привести протекание экзотермических реакций в замкнутом объеме?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. К неконтролируемому росту концентрации продуктов реакции.</li> <li>2. К неконтролируемому росту энтропии</li> <li>3. К неконтролируемому росту температуры в аппарате.</li> <li>4. К большому разбавлению реакционной смеси продуктами реакции</li> </ol>
6.	В какой фазе мольное содержание легкого компонента в смеси выше?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В паровой фазе</li> <li>2. В паровой и жидкой фазе одинаково, если фазы равновесны</li> <li>3. В жидкой фазе</li> <li>4. В зависимости от природы вещества</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>1. Схема сферического реактора под давлением с теплообменом с двухфазной системой «жидкость-газ» с разделением на зоны с верхним выбросом.</li> <li>2. Схема сферического реактора с двухфазной системой «жидкость-жидкость»</li> <li>3. Схема сферического реактора под давлением с двухфазной системой «жидкость-газ» с разделением на зоны с нижним выбросом.</li> <li>4. Схема двухфазного реактора в адиабатическом режиме с боковым выбросом.</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>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
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>
15.	Какие требования предъявляются к ректификационной аппаратуре при работе с термолабильными продуктами?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидравлическое сопротивление должно быть минимальным</li> <li>2. Задержка жидкости должна быть минимальной</li> <li>3. Время пребывания жидкой фазы в аппарате должно быть минимальным</li> <li>4. Важны все вышеперечисленные требования</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>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
20.	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.

### 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.	Азеотропными смесями называют	1 Нераздельнокипящие смеси 2 Близкокипящие смеси 3 Смеси, в которых разница между температурами кипения выше 50 градусов по Цельсию 4 Смеси, в которых разница между температурами кипения выше 70 градусов по Цельсию

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
6.	Среди перечисленных тяжелых нефтяных остатков ни в чем не растворяются	1 Смолы 2 Асфальтены 3 Карбены 4 Карбоиды
7.	Смесями с отрицательными отклонениями от закона Рауля называются смеси, в которых:	1 Истинные парциальные давления паров над смесью больше, чем вычисленные по закону Рауля 2 Истинные парциальные давления паров над смесью в области высоких концентраций легколетучего компонента больше, чем вычисленные по закону Рауля 3 Истинные парциальные давления паров над смесью меньше, чем вычисленные по закону Рауля 4 Истинные парциальные давления паров над смесью в области высоких концентраций труднолетучего компонента больше, чем вычисленные по закону Рауля
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
9.	Чем определяется расстояние между тарелками при расчете ректификации?	1 Температурой окружающей среды 2 Парожидкостными нагрузками 3 Материалом тарелок 4 Верные ответы 1 и 3
10.	Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?	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
11.	Какую точку в колонне выбирают в качестве контрольной?	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
12.	Для чего используют буферную зону при отборе товарного продукта в виде бокового погона?	1 Для увеличения чистоты товарного продукта 2 Для уменьшения высоты колонны 3 Для увеличения производительности 4 Для снижения энергозатрат

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
13.	Что дает использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов?	1 Возможно снижение стадийности производства 2 Возможно снижение потребления греющего пара 3 Исключается риск загрязнения целевых продуктов сторонними компонентами 4 Все три вышеприведенных эффекта
14.	Какие требования предъявляются к ректификационной аппаратуре при работе с термолабильными продуктами?	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
15.	Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей	1 Проводить процесс под повышенным давлением 2 Проводить процесс под вакуумом 3 Добавлять воду в питание колонны 4 Использовать клапанные тарелки
16.	Какое контактное устройство изображено на рисунке: 	1 Клапанная тарелка 2 Колпачковая тарелка 3 Ситчатая провальная тарелка 4 Ситчатая многосливная тарелка
17.	На рисунке изображено: 	1 Колпачковая тарелка 2 Распределитель жидкости 3 Опорная решетка 4 Клапанная тарелка
18.	Какой тип насадки изображен на рисунке: 	1 Упругая регулярная насадка из сетки типа «Шеврон» 2 Регулярная насадка из просечного листа типа «ПР» 3 Регулярная насадка типам «Меллапак» 4 Регулярная насадка типа «Глитч»

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
19.	По какой формуле определяется нагрузочный фактор?	1 $F=w \cdot (\rho_{п})^{0,5}$ 2 $F=w \cdot (\rho_{п})^{0,3}$ 3 $F=w \cdot (\rho_{ж})^{0,5}$ 4 $F=w/(\rho_{п})^{0,5}$
20.	Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?	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

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

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

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «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
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
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

### 6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

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

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

### 6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта

Студент выполняет курсовой проект 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 курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект 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 курсовой проект 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 тепломассообменных 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. Тимонина. - 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.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Банных, О.П. Оборудование для нефтехимических производств : учебное пособие / О.П. Банных. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО. – 20175. – 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. Остяков, Ю.А. Проектирование механизмов и машин: эффективность, надежность и техногенная безопасность : учеб. пособие / Ю.А. Остяков, И.В. Шевченко. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 260 с. – (Высшее образование). – [www.dx.doi.org/10.12737/18536](http://www.dx.doi.org/10.12737/18536). - ISBN 978-5-16-011108-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/938022>. – Режим доступа: по подписке.

5. 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>.

6. ГОСТ Р 52857.1-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.

7. ГОСТ Р 52857.2-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.

8. ГОСТ Р 52857.3-2007. 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.

9. ГОСТ Р 52857.4-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.

10. ГОСТ Р 52857.5-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.

11. ГОСТ Р 52857.6-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках.

12. ГОСТ Р 52857.7-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты.

13. ГОСТ Р 52857.8-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками.

### **7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

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.

### **7.4. 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. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

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

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории оснащены специализированным оборудованием, необходимым для выполнения практических работ по дисциплине «Современные подходы к аппаратурно-промышленной оптимизации процессов нефтегазопереработки и нефтехимии».

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

Оснащенность: стол – 15 шт., стул – 30 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD-экран iiyama ProLite PL8603U.

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

Оснащенность: стол – 8 шт., стул – 16 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8" FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

### **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:**

Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)