

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

МАШИНЫ И АППАРАТЫ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКИ

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

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Машины и аппараты нефтегазопереработки»
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., доцент 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 «Машины и аппараты нефтегазопереработки» – освоение основ конструкций и методов технологического и гидродинамического расчета машин и аппаратов для переработки нефти. Эти знания служат основой для формирования профессионального инженерного уровня специалистов по оборудованию для глубокой переработки нефти.

Основными задачами дисциплины «Машины и аппараты нефтегазопереработки» являются:

- изучение основных типов и конструкций аппаратов, используемых в технологических процессах нефтегазопереработки, их классификация;
- формирование представлений о современном уровне развития в области машин и аппаратов нефтепереработки;
- выработка навыков практического использования справочной, патентной и научно-технической литературы в области процессов и аппаратов нефтехимической отрасли;
- освоение современных программных комплексов для проведения технологических и гидродинамических расчетов аппаратов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Машины и аппараты нефтегазопереработки» 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 семестре.

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

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

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

Процесс изучения дисциплины «Машины и аппараты нефтегазопереработки» 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-1.1. Знает правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением, правила работы с пожаровзрывоопасными средами ПКС-1.3. Знает электрические, пневматические и гидравлические схемы основного оборудования нефтегазопереработки ПКС-1.4. Умеет проводить расчет и выбор приводов технологических машин и оборудования нефтегазопереработки для обеспечения номинального технологического режима работы

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен контролировать работу технологических машин и оборудования на производствах нефтегазопереработки	ПКС-2	ПКС-2.2. Умеет контролировать правильность эксплуатации работниками технологических машин и оборудования нефтегазопереработки ПКС-2.3. Владеет методами анализа эффективности использования технологических машин и оборудования нефтегазопереработки
Способен проектировать сложное технологическое оборудование нефтегазопереработки	ПКС-4	ПКС-4.1. Знает особенности и параметры технологических процессов нефтегазопереработки, проектно-конструкторские особенности основного оборудования нефтегазопереработки ПКС-4.5. Владеет навыками технологического, гидродинамического и прочностного расчета основного и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единиц, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	57	57
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	17	17
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	17	17
Работа в библиотеке	15	15
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	36	Э(36)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы 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
Раздел 1 «Классификация химических машин и аппаратов»	9	1	2	-	6
Раздел 2 «Массообменные аппараты для процессов ректификации, абсорбции, адсорбции»	39	7	5	9	18
Раздел 3 «Теплообменная аппаратура. Типы теплообменников и особенности их применения»	31	3	4	8	16
Раздел 4 «Аппараты для разделения неоднородных систем»	18	4	4	-	10
Раздел 5 «Механические процессы»	11	2	2	-	7
Итого:	108	17	17	17	57

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Классификация химических машин и аппаратов	Введение. Классификация машин. Классификация аппаратов по различным признакам. Основные требования к оборудованию	4
2	Массообменные аппараты для процессов ректификации, абсорбции, адсорбции	Процесс ректификации и ректификационные колонны. Тарельчатые колонны, с различными конструкциями тарелок. Типы тарелок. Насадочные колонны. Распределительные устройства. Типы насадок. Аппаратура для процессов абсорбции. Аппаратура для процессов адсорбции. Аппаратура для выпаривания.	12
3	Теплообменная аппаратура. Типы теплообменников и особенности их применения	Классификация теплообменных аппаратов. Основные конструкции теплообменников: кожухотрубчатые, «труба в трубе», пластинчатые, спиральные, погружные, оросительные и т.д. Требования к теплообменному оборудованию. Достоинства и недостатки. Область применения.	2
4	Аппараты для разделения неоднородных систем	Аппаратура для отстаивания. Разделение газовых смесей. Фильтрование. Общие сведения. Теоретические основы фильтрования. Конструкции фильтров. Центрифугирование. Конструкции центрифуг. Циклоны. Гидроциклоны. Мокрая очистка газов. Электроочистка газов.	4
5	Механические процессы	Измельчение твердых материалов. Дробильно-размольное оборудование	4
Итого:			17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1	Классификация и области применения машин и аппаратов нефтегазопереработки.	2
2.	Раздел 2	Расчет колонных массообменных аппаратов для процессов ректификации и абсорбции. Расчет аппаратов для выпаривания	5
3.	Раздел 3	Теплообменная аппаратура для испарения, конденсации, подогрева, охлаждения и рекуперации тепла.	4
4.	Раздел 4	Расчет процессов разделения неоднородных систем	4
5.	Раздел 5	Выбор дробильно-размольного оборудования. Использование справочной литературы.	2
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2	Имитационное моделирование работы ректификационной колонны в программном пакете HYSYS.	4
2.	Раздел 2	Имитационное моделирование работы комплекса ректификационных колонн в программном пакете HYSYS	5
3.	Раздел 3	Изучение работы кожухотрубчатого теплообменника.	2
4.	Раздел 3	Изучение работы теплообменника воздушного охлаждения	2
5.	Раздел 3	Имитационное моделирование работы теплообменников в программном пакете HYSYS	4
Итого:			17

4.2.5. Курсовые работы не предусмотрены

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.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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.

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. Классификация химических машин и аппаратов

1. Перечислите группы аппаратов химических производств.
2. Поясните разницу «машин» и «аппарата».
3. Перечислите основные функциональные элементы, входящие в общем случае в состав технологической машины химических производств.
4. Как получить формулу для расчета производительности машин непрерывного действия?
5. От каких факторов зависит производительность машин периодического действия?
6. Задачи механического расчета колонных аппаратов.

Раздел 2. Массообменные аппараты для процессов ректификации, абсорбции, адсорбции

1. Что является движущей силой массообменных процессов?
2. Абсорбция. Виды абсорберов.
3. Ректификация. Материальный баланс процесса ректификации.
4. Адсорбция. Материальный баланс процесса.
5. Уравнение массопередачи.
6. Виды контактных устройств.

Раздел 3. Теплообменная аппаратура. Типы теплообменников и особенности их применения

1. Назначение и виды теплообменной аппаратуры.
2. Конструкции теплообменных аппаратов с компенсаторами.
3. Печи.
4. Компенсация температурных напряжений.
5. Выпаривание.

Раздел 4. Аппараты для разделения неоднородных систем

1. Конвективная сушка.
2. Виды классификаторов.
3. Отстойники.
4. Центрифуги.
5. Сепараторы.

Раздел 5. Механические процессы

1. Барабанные мельницы.
2. Дробильно-размольное оборудование.
3. Пневматические перемешивающие устройства.
4. Виды щековых и конусных дробилок.
5. Пылевые камеры газозвесей.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

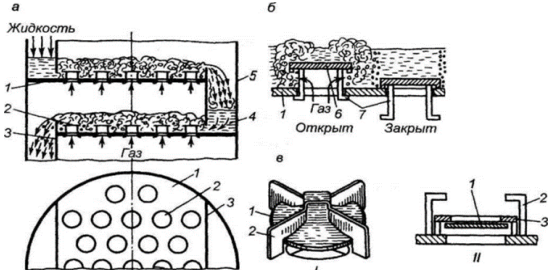

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):


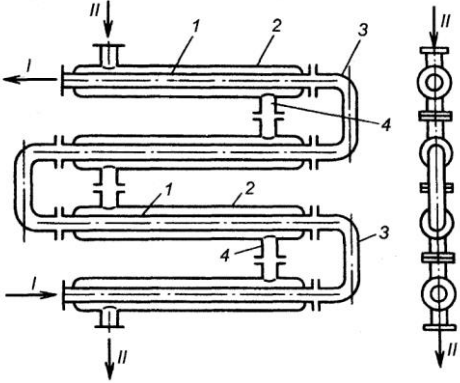
1. Какие мешалки относятся к быстроходным?
2. Какие мешалки относятся к тихоходным?
3. В каких случаях аппаратуру изготавливают из двухслойных сталей?

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. Изготовление обечаек и резервуаров.
11. Заготовки обечаек.
12. Вальцовка.
13. Особенности сварки тонкостенных обечаек
14. Штамповка днищ.
15. Многослойные днища.
16. Крышки.
17. Аппараты с рубашками.
18. Теплообменные аппараты.
19. Сварные соединения. Виды.
20. Выбор конструкционного материала.
21. Конструкции теплообменных аппаратов с компенсаторами.
22. Условия нагружения.
23. Осаждение в центробежном поле. Конструкции циклонов.
24. Конструкции пылевых камер газозвесей и отстойников суспензий для осаждения твердой фазы.
25. Фильтрация. Режимы фильтрации.
26. Центрифугирование. Фактор разделения.
27. Классификация зернистых материалов. Виды классификаторов.
28. Выпаривание.
29. Понятие массообменных процессов. Уравнение массопередачи.
30. Равновесная и рабочая линии массообменных процессов.
31. Абсорбция. Виды абсорберов.
32. Материальный баланс процесса абсорбции, уравнение рабочей линии.
33. Ректификация. Материальный баланс процесса ректификации.
34. Адсорбция. Материальный баланс процесса.
35. Конвективная сушка. Определение параметров сушильного агента.
36. Дробильно-размольное оборудование. Виды щековых и конусных дробилок.
37. Барабанные мельницы, конструкции, виды мелющих тел.
38. Пневматические перемешивающие устройства. Устройство барботеров, аэролифтов, пульсирующих устройств.
39. Трубопроводы, соединения, монтаж трубопроводов. Расчет трубопроводов.
40. Компенсация температурных напряжений в конструкциях аппаратов химической технологии. Виды компенсаторов.
41. Устройство и принцип работы полого и насадочного скрубберов. Расчет аппаратов мокрой очистки газов.
42. Физические основы электроочистки газов.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену:

Вариант 1


№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
1.	Какой признак положен в основу общей классификации машин?	1. Конструктивные особенности. 2. Назначение 3. Производительность 4. Ритм работы
2.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
3.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
4.	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
5.	Какое уравнение применимо для определения производительности машин непрерывного действия?	1. Расхода 2. Непрерывности производства 3. Расчета кинематики машин 4. Получения исходных данных
6.	Какое контактное устройство изображено на рисунке: 	1. Клапанная тарелка 2. Колпачковая тарелка 3. Ситчатая провальная тарелка 4. Ситчатая многосливная тарелка
7.	На рисунке изображено: 	1. Колпачковая тарелка 2. Распределитель жидкости патрубкового типа 3. Опорная решетка 4. Клапанная тарелка
8.	Какой цикл определяет производительность машины?	1.Производственный 2.Кинематический 3.Технологический 4.Рабочий

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
9.	По какой формуле определяется нагрузочный фактор?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $F=w \cdot (\rho_n)^{0,5}$ 2. $F=w \cdot (\rho_n)^{0,3}$ 3. $F=w \cdot (\rho_{ж})^{0,5}$ 4. $F=w/(\rho_n)^{0,5}$
10.	Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?	<ol style="list-style-type: none"> 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.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ну-Пак 2. Кольца Палля 3. Кольца Рашига 4. Насадка ИМТР
12.	Характерный линейный размер кусков неправильной геометрической формы находится по уравнению, где l, b, h – максимальные длина, ширина и высота куска	<ol style="list-style-type: none"> 1. $d_x = \frac{b+h}{3}$ 2. $d_x = \frac{l+b+h}{3}$ 3. $d_x = \sqrt[3]{l^3 + b^3 + h^3}$ 4. $d_x = \frac{l^3 + b^3 + h^3}{l b h}$
13.	<p>Что изображено на рисунке</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплообменник типа «труба в трубе» 2. Кожухотрубчатый теплообменник с линзовым компенсатором 3. Оросительный теплообменник 4. Кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубами
14.	Что дает использование примесных компонентов разделяемой смеси в качестве разделяемых агентов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможно снижение стадийности производства 2. Возможно снижение потребления греющего пара 3. Исключается риск загрязнения целевых продуктов сторонними компонентами 4. Все три вышеприведенных эффекта

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
15.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Рубашка из полутруб 2 Рубашка с вмятинами 3 Отъемная рубашка 4 Неразъемная рубашка
16.	К массообменным аппаратам относят	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ректификационные колонны 2. Сепараторы 3. Мешалки 4. Экструдеры
17.	Для теплоизоляции аппарата используют	<ol style="list-style-type: none"> 1. «рубашки» 2. шамот 3. покрытие ЛКМ 4. ограждение
18.	Сепараторы предназначены для	<ol style="list-style-type: none"> 1. измельчения 2. классификации 3. отстаивания 4. сушки
19.	Работа электрофильтров основана на использовании ..	<ol style="list-style-type: none"> 1. Статического электричества 2. Силы тяжести 3. Зонной теории 4. Направленного движения заряженных частиц под действием электрического поля
20.	Какая из внутренних причин разгерметизации зависит от внутренней природы процессов, происходящих внутри аппарата?	<ol style="list-style-type: none"> 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 2

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


№ 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"> 1. Попадание несанкционированных примесей из атмосферы в аппарат при его заполнении. 2. Коррозионное воздействие агрессивных атмосферных примесей 3. Чрезмерное содержание влаги в воздухе 4. Воздействие ветра с большим содержанием пыли.
3.	Какое уравнение применимо для определения производительности машин непрерывного действия?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расхода 2. Непрерывности производства 3. Расчета кинематики машин 4. Получения исходных данных
4.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ну-Пак 2. Кольца Палля 3. Кольца Рашига 4. Насадка ИМТР
5.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
6.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
7.	Сепараторы предназначены для	<ol style="list-style-type: none"> 1. измельчения 2. классификации 3. отстаивания 4. сушки
8.	Смесями с отрицательными отклонениями от закона Рауля называются смеси, в которых:	<ol style="list-style-type: none"> 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

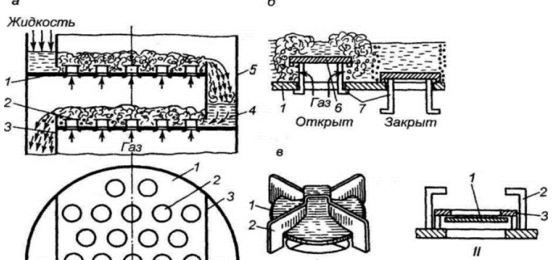
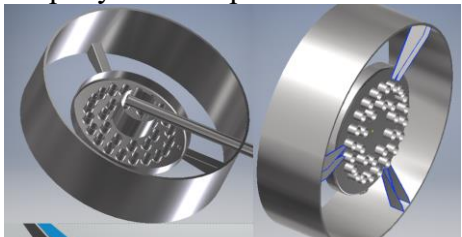
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
9.	Какие из приведенных конструкций контактных устройств тарельчатых массообменных колонн относятся к классу «барботажные тарелки»?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Дырчатые 2. Ситчато-клапанные 3. Колпачковые 4. Все перечисленные типы
10.	Чем определяется расстояние между тарелками при расчете ректификации?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Температурой окружающей среды 2. Парожидкостными нагрузками 3. Материалом тарелок 4. Верные ответы 1 и 3
11.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплообменник типа «труба в трубе» 2. Кожухотрубчатый теплообменник с линзовым компенсатором 3. Оросительный теплообменник 4. Кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубами
12.	Какую точку в колонне выбирают в качестве контрольной?	<ol style="list-style-type: none"> 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
13.	Для чего используют буферную зону при отборе товарного продукта в виде бокового погона?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для увеличения чистоты товарного продукта 2. Для уменьшения высоты колонны 3. Для увеличения производительности 4. Для снижения энергозатрат
14.	Какой цикл определяет производительность машины?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Производственный 2. Кинематический 3. Технологический 4. Рабочий
15.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Рубашка из полутруб 2 Рубашка с вмятинами 3 Отъемная рубашка 4 Неразъемная рубашка
16.	Каким образом можно снизить смолообразование при ректификации нефтей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проводить процесс под повышенным давлением 2. Проводить процесс под вакуумом 3. Добавлять воду в питание колонны 4. Использовать клапанные тарелки


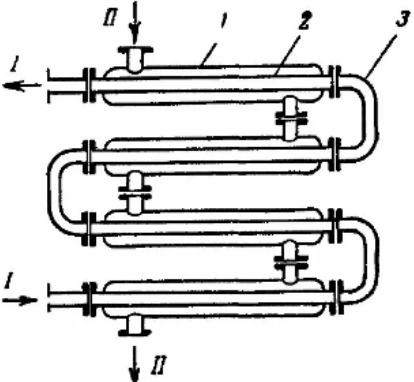
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
17.	К массообменным аппаратам относят	1. Ректификационные колонны 2. Сепараторы 3. Мешалки 4. Экструдеры
18.	Среди перечисленных тяжелых нефтяных остатков ни в чем не растворяются	1. Смолы 2. Асфальтены 3. Карбены 4. Карбоиды
19.	Для чего используют колонну отбензинивания 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
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.	Для теплоизоляции аппарата используют	1. «рубашки» 2. шамот 3. покрытие ЛКМ 4. ограждение
2.	Сепараторы предназначены для	1. измельчения 2. классификации 3. отстаивания 4. сушки
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.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
4.	<p>Что изображено на рисунке:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ну-Пак 2. Кольца Палля 3. Кольца Рашига 4. Насадка ИМТР
5.	Какие опоры используют для горизонтальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
6.	Какие опоры используют для вертикальных аппаратов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Седловые 2. Опоры-юбки 3. Опоры-лапы 4. Стойки
7.	Характерный линейный размер кусков неправильной геометрической формы находится по уравнению, где l, b, h – максимальные длина, ширина и высота куска	<ol style="list-style-type: none"> 1. $d_x = \frac{b+h}{3}$ 2. $d_x = \frac{l+b+h}{3}$ 3. $d_x = \sqrt[3]{l^3 + b^3 + h^3}$ 4. $d_x = \frac{l^3 + b^3 + h^3}{lbh}$
8.	Какие из приведенных конструкций контактных устройств тарельчатых массообменных колонн относятся к классу «барботажные тарелки»?	<ol style="list-style-type: none"> 1 Дырчатые 2 Ситчато-клапанные 3 Колпачковые 4. Все перечисленные типы
9.	<p>На рисунке изображена</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Рубашка из полутруб 2 Рубашка с вмятинами 3 Отъемная рубашка 4 Неразъемная рубашка
10.	Как влияет смачиваемость на эффективность регулярных насадок?	<ol style="list-style-type: none"> 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

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
11.	К массообменным аппаратам относят	1. Ректификационные колонны 2. Сепараторы 3. Мешалки 4. Экструдеры
12.	Какой цикл определяет производительность циклической машины?	1. Производственный 2. Кинематический 3. Технологический 4. Рабочий
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.	Какое уравнение применимо для определения производительности машин непрерывного действия?	1. Расхода 2. Непрерывности производства 3. Расчета кинематики машин 4. Получения исходных данных
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

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	2.	3.
18.	Какой тип насадки изображен на рисунке: 	<ul style="list-style-type: none"> 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»
19.	По какой формуле определяется нагрузочный фактор?	<ul style="list-style-type: none"> 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.	Что изображено на рисунке: 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Теплообменник типа «труба в трубе» 2. Кожухотрубчатый теплообменник с линзовым компенсатором 3. Оросительный теплообменник 4. Кожухотрубчатый теплообменник с U-образными трубами

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	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	неудовлетворительно
50-65	удовлетворительно
66-85	хорошо
86-100	отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Лепешкин, А. В. Гидравлика и гидропневмопривод. Гидравлические машины и гидропневмопривод : учебник / А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 446 с. – DOI 10.12737/21024. - ISBN 978-5-16-011954-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1843091>

2. 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>.

3. 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. – DOI www.dx.doi.org/10.12737/17664. - ISBN 978-5-16-010566-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1016412>.

4. Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: Учебник / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Альфа-М, 2006. - 608 с. – ISBN 5-98281-059-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/106863>

5. Семакина, О.К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств : учеб. пособие / О.К. Семакина; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 154 с. - ISBN 978-5-4387-0693-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043924>

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>.

2. Думов, А.М. Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учебное пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. - 224 с. - ISBN 978-5-906846-45-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242934>

3. Луканин, А. В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки газовоздушных выбросов : учебное пособие / А. В. Луканин. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 523 с. - ISBN 978-5-16-012307-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1789097>

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/
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.
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).

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