

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.13 Тепло- и массообменные процессы и аппараты технологических систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Оборудование нефтегазопереработки

Курс 3
Семестр 5, 6

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	252 / 7	часов/зачетных единиц
Лекции	34	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	68	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	102	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	6	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	114	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Программу составили:

старший преподаватель	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	А.М. Кайдаков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

		(наименование кафедры)	
20.03.2025	протокол №	7	
(дата)			

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 27.02.2026 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность применять знания по технологии и оборудованию нефтегазопереработки	ПК-1.1 Применяет знания технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации	знания: Знает технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации умения: Умеет применять знания технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации навыки: Владеет навыками технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химических основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации

2. ПК-2 Способен выполнять работы по проектированию технологического оборудования	ПК-2.1 Контролирует выполнение требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно- конструкторские работы	знания: Знает требования технологического регламента при проведении технологического процесса; анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские работы умения: Умеет контролировать выполнение требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские работы навыки: Владеет навыками контроля требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализирует и разрабатывает проектную и рабочую техническую документацию, оформляет проектно-конструкторские работы
	ПК-2.2 Рассчитывает параметры простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD- систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для расчетов	знания: Знает расчёты параметров простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD- систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для расчетов умения: Умеет выполнять расчёты параметров простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD- систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для расчетов навыки: Владеет расчётами параметров простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD- систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для расчетов

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Процессы и аппараты нефтегазопереработки (ПК-1), Детали машин (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-1), Конструкции и прочность машинного оборудования (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Теплообменное оборудование	30	ПК-1
Лекция. Классификация теплообменных аппаратов.	2	
Практическое занятие. Кожухотрубные теплообменники	2	
Лекция. Теплообменное оборудование в энергетических системах нефтегазового комплекса	2	
Практическое занятие. Теплообменники с компенсаторами на корпусе	2	
Лекция. Определение коэффициентов теплоотдачи	2	
Лекция. Определение коэффициентов теплопередачи	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Классификация теплообменных аппаратов. 2. Закон Генри. Закон Рауля. 3. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса. 4. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит. 5. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. 6. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений. 7. Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера. 8. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов. 9. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных и барботажных абсорберов.	18	
Основы расчета теплообменного оборудования	46	ПК-2
Лекция. Передача тепла теплопроводностью	2	
Практическое занятие. Расчет площади поверхности аппарата.	2	
Лекция. Критерии теории подобия	2	
Практическое занятие. Критерий Рейнольдса	2	
Лекция. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз.	2	
Практическое занятие. Тепловой баланс процесса	2	
Лекция. Определение режимов течения теплоносителей	2	
Практическое занятие. Определение коэффициентов теплоотдачи	2	
Лекция. Определение геометрических показателей теплообменника	2	
Практическое занятие. Расчет внутреннего диаметра кожуха аппарата	2	
Практическое занятие. Гидравлический расчет нагреваемого теплоносителя	2	
Практическое занятие. Определение скоростей теплоносителей	2	
Практическое занятие. Гидравлический расчет нагревающего теплоносителя	2	
Практическое занятие. Определение толщины стенки труб и кожуха	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз. Основные законы термодинамики. Критерии теории подобия.	18	ПК-1, ПК-2
Пример расчета теплообменника	32	
Практическое занятие. Исходные данные для расчета	2	
Практическое занятие. Определение расходов теплоносителей	2	
Практическое занятие. Определение режимов течения теплоносителей	2	
Практическое занятие. Определение коэффициентов теплоотдачи	2	
Практическое занятие. Определение коэффициента теплопередачи и уточнение температуры стенки	2	
Практическое занятие. Определение основных геометрических показателей теплообменника	2	
Практическое занятие. Компоновка аппарата	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Конструкции теплообменных аппаратов. Производство ТОА в РФ. Выбор аппаратов по результатам расчета основных	18	
Иная контактная работа: зачет	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Основные законы массообмена	30	ПК-1
Лекция. Массообменные процессы в нефтепереработке и нефтехимии	2	
Практическое занятие. Способы выражения состава фаз	2	
Лекция. Основные законы массообмена	2	
Практическое занятие. Схема массообмена в двухфазной системе	2	
Лекция. Основное уравнение массопередачи	2	
Практическое занятие. Движущая сила массообмена	2	
Лекция. Материальный баланс массообменного процесса.	2	
Практическое занятие. Уравнение рабочей линии	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса. 4. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит. 5. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.	14	ПК-1
выполнение курсового проекта/работы	0	
Массообменные процессы в нефтепереработке	30	
Лекция. Перегонка жидкостей	2	
Практическое занятие. Сущность процесса перегонки	2	
Лекция. Сущность процесса ректификации двухкомпонентных смесей	2	
Практическое занятие. Сущность процесса ректификации двухкомпонентных смесей	2	
Лекция. Материальный баланс ректификационной колонны	2	
Практическое занятие. Принципиальное устройство ректификационной колонны	2	
Лекция. Азеотропная и экстрактивная ректификация	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера. 8. Классификация абсорбционных аппаратов.	16	ПК-2
Абсорбция	26	
Практическое занятие. Физическая сущность процесса абсорбции	2	
Практическое занятие. Принципиальные схемы абсорбционных установок	2	
Практическое занятие. Основные факторы, влияющие на процессы абсорбции и десорбции	2	
Практическое занятие. Конструкции абсорберов	2	
Практическое занятие. Адсорбция	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов.	16	ПК-1
Ректификация	22	
Практическое занятие. Аппараты колонного типа	2	
Практическое занятие. Тарельчатые колонны	2	
Практическое занятие. Устройство и работа барботажной	2	

тарелки		
Практическое занятие. Насадочные колонны	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Конструкции тарельчатых колонн.		
Конструкции тарелок и контактных устройств.	14	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **курсового проекта**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Сборник задач по технической термодинамике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям "Теплоэнергетика" и "Техн. физика" / Т. Н. Андрианова, Б. В. Д зампов, В. Н. Зубарев и др. М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 351 с. ISBN 5-7046-0634-2. Экземпляры: всего 19.	19

2.	Лебедев, В. А. Основы энергетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Лебедев, В. М. Пискунов. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 140 с. ISBN 978-5-507-47056-3.	https://e.lanbook.com/book/323090
3.	Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача [Текст] : учебник для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Юрайт, 2015. - 566 с. ISBN 978-5-9916-4017-6. Экземпляры: всего 48.	48
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	203 (II)	Доска аудиторная 1000*1500 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Мультимедийный проектор Hitachi CP-X400 (1), Проц.блок (+Монитор 19" LG) Aquarius Elt DF 1800 (1), Экран настенный Rollifix Premium 240*240см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет 0.

1. Материальный баланс массообменного аппарата на примере противоточного абсорбера.
2. Тепловой эффект абсорбции.
3. Теплообменные аппараты в газопереработке.

Задание 1.

Решите пример на тепловой баланс:

Рассчитать тепловой баланс теплообменника для охлаждения 14 т/ч бензола от 70 до 30 °С.

Охлаждающий агент – вода с начальной температурой 15°С. Конечная температура воды 25 °С.

При 50°С удельная теплоемкость бензола $c_1=1800$ Дж/(кг·К)

При 20°С удельная теплоемкость воды $c_2=4190$ Дж/(кг·К)

Уравнение теплового баланса:

$$Q = G_1 c_1 (t_{1н} - t_{1к}) = G_2 c_2 (t_{2к} - t_{2н}),$$

Задание 2.

Объясните назначение и устройство аппарата, представленного на рисунке.

Задание 3.

Объясните способы закрепления труб в решетке. Укажите их преимущества и недостатки.

/p>

Задание 4.

На рисунке представлена схема подготовки нефти. Ответьте на вопросы:

1. Где применяется эта схема.
2. Каково назначение каждого элемента.
3. Назовите продукты в потоках I-XI.

/span>

Задание 5.

На схеме атмосферно-вакуумной перегонки нефти укажите теплообменные аппараты, их типы и назначение.

/span>

Задание 6.

Перечислите основные фракции нефти и их температурные пределы выкипания.

Задание 7.

Дайте определение массообменного процесса.

Напишите основное уравнение массопереноса.

Что является движущей силой массообменного процесса?

Задание 8.

Дайте определение процесса ректификации. Нарисуйте схему потоков в аппарате колонного типа.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для зачета

1. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения.
2. Способы выражения составов фаз.
3. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.
4. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера).
5. Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
6. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл.
7. Массоотдача. Уравнение массоотдачи.
8. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
9. Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса.
10. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера.
11. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных абсорберов.
12. Дистилляция и ректификация: назначение и физическая сущность процессов.
13. Физические основы непрерывной ректификации.
14. Материальный баланс верхней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций.
15. Классификация теплообменных аппаратов.
16. Основные законы и понятия теплопередачи.
17. Тепловой баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера).
18. Теплообменное оборудование в энергетических системах нефтегазового комплекса.
19. Определение коэффициентов теплоотдачи.
20. Определение геометрических показателей теплообменника.

Перечень вопросов для экзамена

1. Схема атмосферно-вакуумной установки НПЗ.
2. Конструкция кожухотрубного теплообменника.
3. Теплообменники с компенсаторами теплового расширения.
4. Движущая сила процесса теплообмена.
5. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.
6. Процессы теплообмена в атмосферной колонне.

- 7.Тепловой баланс массообменного аппарата.
- 8.Тепловой процесс в абсорбере.
- 9.Крепление трубных решеток к кожуху в стальных аппаратах.
- 10.Определение толщины стенки труб и кожуха теплообменника
- 11.Сущность процессов перегонки нефти.
- 12.Понятие теоретической и реальной тарелки.
- 13.Виды ректификационных колонн (РК).
- 14.Классификация ректификационных колонн.
- 15.Контактные устройства ректификационных колонн.
- 16.Насадочные ректификационные колонны.
- 17.Режимы орошения в ректификации.
- 18.Парциальный конденсатор.
- 19.Способы создания жидкостного орошения в ректификационной колонне.
- 20.Способы подвода тепла в низ ректификационной колонны.