

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

22.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.3 Процессы и аппараты нефтегазопереработки

*(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

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	36	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	72	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	72	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	5	семестр
Зачет	-	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:

профессор с ученой степенью доктора наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	М.Ю. Смирнов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

	(наименование кафедры)	
17.02.2023	протокол №	6
(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	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

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

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 27.02.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## 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	<b>знания:</b> Знания массообменных (диффузионных), гидромеханических, механических, химических процессов в нефтегазопереработке и конструктивных особенностей аппаратов для ее проведения; контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации <b>умения:</b> Умения рассчитывать параметры основного нефтегазоперерабатывающего оборудования, составлять основные технологические процессы в нефтегазопереработке <b>навыки:</b> Навыки расчета параметров основного нефтегазоперерабатывающего оборудования, составления основных технологических процессов в нефтегазопереработке
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	<b>знания:</b> Знания требований технологического регламента при проведении технологического процесса, разработки проектной и рабочей технической документации, оформления проектно-конструкторских работ <b>умения:</b> Умения выполнять работы по проектированию технологического нефтегазоперерабатывающего оборудования, анализировать и разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию <b>навыки:</b> Навыки выполнения работ по проектированию технологического нефтегазоперерабатывающего оборудования, анализу и разработке проектной и рабочей технической документации

3. ПК-3 Способен участвовать в повышении эффективности работы технологического оборудования	ПК-3.1 Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта	<b>знания:</b> Знания методов и направлений повышения эффективности работы технологического оборудования объекта <b>умения:</b> Умения анализировать основные технологические процессы в нефтегазопереработке и разрабатывать основные направления повышения эффективности работы технологического оборудования объекта <b>навыки:</b> Навыки разработки основных направлений повышения эффективности работы технологического оборудования объекта
--	--	--

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Основы нефтегазового дела (ПК-1), Химия и технология нефти и газа (ПК-1), Основы проектирования (ПК-2), Детали машин (ПК-2), Основы гидравлических расчетов оборудования нефтегазопереработки (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Тепло- и массообменные процессы и аппараты технологических систем (ПК-1), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-1), Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-1), Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-2), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-2), Расчет тепломассообменных аппаратов в нефтегазопереработке (ПК-2), Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-3), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

## 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, процедуры самообучения

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

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Массообменные (диффузионные) процессы</b>	<b>96</b>	ПК-1, ПК-2,

		ПК-3
Лекция. Основные понятия и законы массообмена. Равновесные системы	4	
Практическое занятие. Основные понятия и законы массообмена. Равновесные системы	4	
Самостоятельная работа. Основные понятия и законы массообмена. Равновесные системы	8	
Лекция. Испарение и конденсация. Ректификация	4	
Практическое занятие. Испарение и конденсация. Ректификация	4	
Самостоятельная работа. Испарение и конденсация. Ректификация	8	
Лекция. Азеотропная и экстрактивная ректификация. Абсорбция и десорбция	2	
Практическое занятие. Расчет ректификационных и абсорбционных колонн	2	
Самостоятельная работа. Расчет ректификационных и абсорбционных колонн	4	
Лекция. Адсорбция	2	
Практическое занятие. Расчет процесса адсорбции	2	
Самостоятельная работа. Адсорбция	4	
Лекция. Экстракция	2	
Практическое занятие. Расчет однократной, многократной и противоточной экстракции	2	
Самостоятельная работа. Экстракция	4	
Лекция. Сушка	2	
Практическое занятие. Материальный и тепловой балансы процесса сушки	2	
Самостоятельная работа. Сушка	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Выполнение расчетных семестровых заданий	32	
<b>Гидромеханические процессы</b>	<b>72</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Лекция. Отстаивание. Фильтрование	4	
Практическое занятие. Отстаивание. Фильтрование	4	
Самостоятельная работа. Отстаивание. Фильтрование	8	
Лекция. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование	2	
Практическое занятие. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование	2	
Самостоятельная работа. Центробежное осаждение и центробежное фильтрование	4	
Лекция. Электрическое осаждение. Разделение газовых дисперсных систем	2	
Практическое занятие. Расчет электрофильтров	2	
Самостоятельная работа. Электрическое осаждение. Разделение газовых дисперсных систем	4	
Лекция. Перемешивание жидкостей. Гидродинамика слоя	4	

зернистых материалов		
Практическое занятие. Перемешивание жидкостей. Гидродинамика слоя зернистых материалов	4	
Самостоятельная работа. Перемешивание жидкостей. Гидродинамика слоя зернистых материалов	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Выполнение расчетных семестровых заданий	24	
<b>Механические процессы</b>	<b>12</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Лекция. Измельчение твердых материалов, классификация и дозирование твердых материалов	2	
Практическое занятие. Измельчение твердых материалов, классификация и дозирование твердых материалов	2	
Самостоятельная работа. Измельчение твердых материалов, классификация и дозирование твердых материалов	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Выполнение расчетных семестровых заданий	4	
<b>Тепловые процессы</b>	<b>36</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-3
Лекция. Трубчатые печи. Теплообменные аппараты	6	
Практическое занятие. Трубчатые печи. Теплообменные аппараты	6	
Самостоятельная работа. Трубчатые печи. Теплообменные аппараты	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР		
Выполнение расчетных семестровых заданий	12	
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 контрольных работ. 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, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Щипачев, А. М. Технологическое обеспечение надежности нефтегазового оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Щипачев А. М., Самигуллин Г. Х. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 68 с. ISBN 978-5-8114-6643-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/151197">https://e.lanbook.com/book/151197</a>
2.	Арабов, М. Ш. Процессы и агрегаты при переработке газа и нефти с кислыми компонентами [Электронный ресурс] / Арабов М. Ш., Арабова З. М., Арабов С. М. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 260 с. ISBN 978-5-8114-	<a href="https://e.lanbook.com/book/208451">https://e.lanbook.com/book/208451</a>
3.	Гайле, Александр Александрович. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие : [по специальностям 240401 "Химическая технология органических веществ", 240403 "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" и направлению подготовки магистров 240100.68 "Химическая технология"] / А. А. Гайле, В. Е. Сомов. Санкт-Петербург: Химиздат, 2012. - 374, [1] с. ISBN 978-5-93808-199-4. Экземпляры: всего 29.	29
4.	Берлин, Марк Абрамович. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов [Текст] / М. А. Берлин, В. Г. Гореченков, В. П. Капралов. Краснодар: [Советская Кубань], 2012. - 514, [2] с. ISBN 978-5-7221-0909-5. Экземпляры: всего 30.	30
5.	Вержичинская, Светлана Владимировна. Химия и технология нефти и газа [Текст] : [учебное пособие для студентов учреждений СПО] / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Сеницин. 3-е изд., испр. и доп. МоскваМосква: ФОРУМИНФРА-М, 2014. - 415 с. ISBN 978-5-91134-893-9978-5-16-009863-0. Экземпляры: всего 27.	27

### 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
-----------	---	---------------------------------	-------------------------

## 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



## 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.

### Экзаменационный билет № 0

1. Массообмен в системах с твердой фазой
2. Основы классификации аппаратов колонного типа

### Примеры заданий

1. Определить массовые доли компонентов в смеси, состоящей из 300 кг бензола и 200 кг толуола.
2. В результате прямой перегонки нефти получено в час 33800 кг бензиновой фракции (93-123°C), массовые доли компонентов в которой равны: парафины 27,4%, непредельные 0,5%, ароматические 0,7%, нафтены 71,4%. Определить компонентный состав фракции и массовый расход нефти, если выход фракции составляет 48% от общего расхода нефти, поступающей на установку прямой перегонки.
3. Определить высоту и диаметр газосепаратораводоотделителя (с внутренней перегородкой), в который после конденсации в конденсаторе-холодильнике и охлаждения до 40°C поступает 4200 кг/ч газа, 12300 кг/ч бензина, 1420 кг/ч воды. Давление в аппарате 400 кПа; молекулярная масса газа 40; относительная плотность бензина при 40°C 0,670. На орошение из аппарата откачивают 4260 кг/ч бензина.
4. При коксовании нефтяных остатков образуются нефтепродукты следующего состава (в массовых долях): 28% нефтяного кокса, 60% жидких дистиллятов, 12% крекинггаза. Рассчитать компонентный состав указанных продуктов, если на установку подают 38 800 кг нефтяного остатка в час, а степень его конверсии составляет 90%.
5. В результате прямой перегонки нефти получено в час 34 000 кг бензиновой фракции (123-153 °C), массовые доли компонентов в которой: парафины 18,8%, ароматические 4,7,%, непредельные 0,5%, нафтены 76%. Определить компонентный состав фракции и массовый расход нефти, если выход фракции составляет 18% от общего (расхода нефти, поступающей на установку прямой перегонки.
6. В результате пиролиза нефти получено в час 71 000 кг бензиновой фракции (93-123°C), массовые доли компонентов в которой равны: парафины 7,1%, непредельные 43%, ароматические 48,2%, нафтены 1,7%. Определить компонентный состав фракции и массовый расход нефти, если выход фракции составляет 68% от общего расхода нефти, поступающей на установку пиролиза.
7. Перевести объемные доли в массовые доли (%) для крекинг-газа следующего состава: водород 3%, метан 48%, этан 17%; пропан 35%, бутан 5% этилен 2%, пропилен 6%, бутены 4%.
8. Подготовить сообщение на тему «Кожухотрубчатые теплообменные аппараты»

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Экзаменационные вопросы

9. Содержание курса и его назначение
10. Тенденции развития процессов нефтегазопереработки
11. Классификация основных (типовых) процессов и аппаратов технологии нефтегазопереработки
12. Назначение расчета процессов и аппаратов и его содержание
13. Общие положения о составлении материальных и энергетических балансов
14. Роль массообменных процессов в нефтегазопереработке
15. Основные законы массообмена
16. Общие признаки массообменных процессов
17. Основное уравнение массопередачи
18. Число теоретических тарелок
19. Массообмен в системах с твердой фазой
20. Правило фаз и его применение к процессам массообмена
21. Насыщенные и перегретые пары
22. Классификация двухкомпонентных смесей жидкостей
23. Основные законы фазового равновесия
24. Равновесные составы фаз
25. Энтальпийная диаграмма
26. Сущность процессов испарения и конденсации
27. Способы испарения жидкости
28. Сущность процесса ректификации двухкомпонентных смесей
29. Принципиальное устройство ректификационной колонны
30. Эффективность тарелки
31. Способы создания орошения в колонне
32. Способы подвода тепла в низ колонны
33. Влияние температуры и давления на работу ректификационной колонны
34. Особенности ректификации близкокипящих и азеотропных смесей
35. Принципиальные схемы азеотропной и экстрактивной ректификации
36. Физическая сущность процесса абсорбции
37. Принципиальные схемы абсорбционных установок
- 38.осушка природных газов
39. Основные факторы, влияющие на процессы абсорбции и десорбции

40. Конструкции абсорберов
41. Основы классификации аппаратов колонного типа
42. Тарельчатые колонны
43. Основные принципы классификации тарелок
44. Устройство и работа барботажной тарелки
45. Клапанные тарелки
46. Струйные тарелки
47. Сущность процесса адсорбции
48. Характеристики адсорбентов
49. Десорбция
50. Адсорберы
51. Сущность процесса экстракции
52. Основные методы осуществления экстракции
53. Экстракторы
54. Основные представления о сушке
55. Равновесная влажность и виды связи влаги с материалом
56. Кинетика газовой сушки
57. Конструкции газовых сушилок
58. Отстаивание
59. Скорость осаждения
60. Аппаратура для отстаивания
61. Виды фильтрующих перегородок и осадков
62. Теоретические основы фильтрования
63. Аппаратура для фильтрования
64. Центробежная сила и фактор разделения
65. Отстойное центрифугирование
66. Центробежное фильтрование
67. Конструкции центрифуг и сепараторов
68. Разделение неоднородных систем в циклонах
69. Электрические способы разделения нефтяных эмульсий
70. Электрическая очистка газа
71. Инерционная очистка газа
72. Центробежные газосепараторы
73. Мокрая очистка газа

74. Назначение и способы перемешивания жидкостей
75. Механическое перемешивание
76. Барботажное перемешивание
77. Гидравлические способы перемешивания
78. Движение потока газа (паров или жидкостей) через плотный слой зернистого материала
79. Движение потока газа (паров или жидкостей) через взвешенный слой зернистого материала
80. Режим пневмотранспорта
81. Физические основы измельчения твердых материалов
82. Машины крупного дробления
83. Машины среднего и мелкого дробления
84. Машины тонкого измельчения
85. Основные виды классификации зернистого материала
86. Классификаторы
87. Дозирование твердых материалов
88. Трубчатые печи
89. Теплообмен в трубчатой печи
90. Основные типы печей
91. Классификация теплообменных аппаратов