

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

02.02.2022 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, 4

Семестр 5, 6, 7

Распределение учебного времени

| | | |
|-----------------------------------------------------|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану | 252 / 7 | часов/зачетных единиц |
| Лекции | 4 | часов |
| Лабораторные работы | - | часов |
| Практические занятия | 8 | часов |
| Иная контактная работа | - | часов |
| Всего контактной работы (без учета экз.) | 12 | часов |
| Контактная работа по экзамену | 6 | часов |
| Курсовой проект (работа) | 7 | семестр |
| Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.) | 204 | часов |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 30 | часов |
| Экзамен | 7 | семестр |
| Зачет | 6 | 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) | |
| 03.03.2022 | 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 | 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 07.02.2022 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: 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: Применять знания технологии нефтегазопереработки, принципов работы и правил технической эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства навыки: Технологии нефтегазопереработки, технической эксплуатации основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства |
| 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: Требований технологического регламента при проведении технологического умения: Контролировать выполнение требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализировать и разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять проектно-конструкторские работы навыки: Контролировать выполнение требований технологического регламента при проведении технологического процесса; анализировать и разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять проектно- конструкторские работы |

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: Химия и технология нефти и газа (ПК-1), Основы нефтегазового дела (ПК-1), Процессы и аппараты нефтегазопереработки (ПК-1), Основы проектирования (ПК-2), САПР оборудования нефтегазопереработки (ПК-2), Детали машин (ПК-2); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-1), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-1), Расчет теплообменных аппаратов в нефтегазопереработке (ПК-1), Основы проектирования (ПК-2), САПР оборудования нефтегазопереработки (ПК-2), Метрология, стандартизация и сертификация (ПК-2), Детали машин (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: информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 1. Основы теории массообмена | 36 | ПК-1 |
| Лекция. 1.1. Основное уравнение массопередачи | 2 | |
| Практическое занятие. 1.2. Материальный баланс процесса | 2 | |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|
| <p>Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение</p> <p>1. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.</p> <p>2. Равновесие между фазами. Линия равновесия. Правило фаз. Закон Генри. Закон Рауля.</p> <p>3. Материальный баланс массообменного аппарата (на примере противоточного абсорбера). Уравнение рабочей линии. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.</p> <p>4. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.</p> <p>5. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.</p> <p>6. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.</p> <p>7. Абсорбция: физическая сущность и разновидности процесса. Закон равновесия при абсорбции. Тепловой эффект абсорбции. Материальный баланс противоточного абсорбера.</p> <p>8. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции поверхностных и насадочных абсорберов.</p> <p>9. Классификация абсорбционных аппаратов. Конструкции насадочных и барботажных абсорберов.</p> | 32 | |
| Иная контактная работа: | 0 | |

6 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 2.Массообменные процессы в перегонке нефти | 108 | ПК-1, ПК-2 |
| Лекция. 2.1.Процессы перегонки и ректификации | 2 | |
| Практическое занятие. 2.2.Малотоннажные установки перегонки нефти | 2 | |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Иллюстрация принципа осуществления этих процессов на диаграмме температура- состав. 2. Дистилляция и ректификация: назначение и физическая сущность процессов. 3. Иллюстрация принципа осуществления этих процессов на диаграмме температура- 4. Простая дистилляция. Схема установки. Материальный баланс процесса. 5. Физические основы непрерывной ректификации. Схема установки и ее принцип работы. 6. Материальный баланс верхней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций. 7. Материальный баланс нижней части колонны, уравнение линии рабочих концентраций. 8. Изображение процесса непрерывной ректификации на У-Х диаграмме. 9. Построение рабочих линий, определение теоретического и действительного числа тарелок. 10. Подобие диффузионных процессов. 11. Критерии диффузионного подобия. 12. Обобщенное критериальное уравнение конвективного массообмена. 13. Уравнение рабочей линии противоточного абсорбера 14. Влияние удельного расхода абсорбента на габариты аппарата. 15. Простая дистилляция. Схема установки. Материальный баланс процесса. | 104 |
| Иная контактная работа: | 0 |

7 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------|
| 3.Теплообменные процессы | 72 | ПК-1, ПК-2 |
| Практическое занятие. 3.Расчет ТО аппаратов | 4 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Три способа переноса теплоты. 2. Физические основы теплопередачи, основные понятия и определения. 3. Тепловые балансы. 4. Конвективный теплообмен. 5. Закон теплоотдачи Ньютона. 6.Классификация теплообменных аппаратов. 7.Конструкция кожухотрубчатых теплообменников. 8.Современные конструкции ТОА. | 68 | |
| 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.

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. | Теплотехника [Текст] : Учебник для студ-ов инж.-техн. спец. вузов / А.П.Баскаков, Б.В.Берг, О.К.Витт и др. Под ред. А.П.Баскакова. 2-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 223 с. ISBN 5-283-00121-0. Экземпляры: всего 63. | 63 |
| 2. | Назмеев, Юрий Гаязович. Теплообменные аппараты ТЭС [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика"] / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. 2-е изд., перераб. М.: Изд-во МЭИ, 2002. - 259 с. ISBN 5-7046-0888-4. Экземпляры: всего 20. | 20 |
| 3. | Михеев, Михаил Александрович. Основы теплопередачи [Текст] : учебное пособие / М. А. Михеев, И. М. Михеева. Минск: Высшая школа, 2010. - 318, [1] с. Экземпляры: всего 20. | 20 |
| 4. | Штокман, Евгений Александрович. Теплогазоснабжение и вентиляция [Текст] : [учеб. пособие] / Е. А. Штокман, Ю. Н. Карагодин. М.: АСВ, 2011. - 171 с. ISBN 978-5-93093-737-4. Экземпляры: всего 20. | 20 |

| | | |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика [Электронный ресурс] / Цирельман Н. М. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 352 с. ISBN 978-5-8114-8522-2. | https://e.lanbook.com/book/176665 |
| ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ | | |
| 1. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | http://elibrary.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 | удовлетворительно |

| | | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| | допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий. | |
| 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. 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.Перегонка нефти.
- 2.Устройство ректификационных колонн.
- 3.Объясните работу аппарата на схеме

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

- 1.Общие понятия и основные законы массообмена
2. Основное уравнение массопередачи.
- 3.Основы расчета массообменного аппарата.
- 4.Движущая сила массообменных процессов.
- 5.Перегонка жидкостей.
- 6.Флегмовое число, определение числа теоретических тарелок.
- 7.Устройство ректификационных колонн.
- 8.Виды насадок.
- 9.Абсорбция и адсорбция
- 10.Виды абсорберов
- 11.Современные технологии ректификации - "ЛИНАС".
- 12.Процессы переработки нефти и нефтепродуктов

13.строительство ректификационных колонн.

14.Виды насадок.

15.Абсорбция и адсорбция

16.Виды абсорберов

17.Современные технологии ректификации - "ЛИНАС".

18.Процессы переработки нефти и нефтепродуктов