

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический
 университет»
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ
 Заместитель директора по УР
 Н.И. Никифорова
 «05» 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине	Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль/программа	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная/очно-заочная/ заочная
Кафедра-разработчик рабочей программы	Процессов и аппаратов химических технологий
Курс, семестр	4 курс, 8 семестр/4 курс, 7 семестр/ 4 курс 8 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18/9/6	0,5/0,25/0,17
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18/18/8	0,5/0,5/0,22
Контроль самостоятельной работы	36/36/22	1,39/1,0/0,61
Самостоятельная работа	45/57/99	0,86/1,58/2,75
Форма аттестации (часы на контроль)	экзамен, 27/27/9	0,75/0,75/0,25
Всего	144	4

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 728 от 09.08.2021) по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование, на основании учебного плана 2023 года набора обучающихся.

Разработчик программы:
доцент кафедры ПАХТ



Д.Н.Латыпов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол от 29.03 2023 г. № 7

Зав. кафедрой



Д.Н.Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей подготовку основной образовательной программы от 19.04 2023 г. № 8

Зав. кафедрой



И.Н.Мадышев

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке являются:

- а) формирование знаний в области технологического и аппаратного оформления процессов нефтегазопереработки, проводимых под вакуумом,
- б) обучение студентов приемам системного анализа сложных технологических систем и условиям сопряжения отдельных элементов в рамках сложного объекта,
- в) изучение конструктивного оформления и основных характеристик подсистем ректификации, сушки, конденсации, создания и поддержания вакуума,
- г) изучение сущности процессов, происходящих в оборудовании систем создания вакуума и выработка у студентов навыков моделирования этих систем,
- д) формирование у обучающихся представления об основных видах, сравнительных показателях и направлениях совершенствования современного технологического оборудования и машин, используемых на предприятиях химической, нефтехимической, нефте- и газоперерабатывающей отраслей промышленности, для проведения тепло- и массообменных, механических и химических процессов;

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке относится к дисциплине по выбору обучающегося модуля Б1 и формирует у обучающихся по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения профессиональных обязанностей в области научно-исследовательской, организационно-управленческой и проектной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.04 Процессы и агрегаты в нефтегазопереработке;
- б) Б1.В.05 Основы гидравлики;
- в) Б1.В.07 Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения.

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.06 Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств;
- б) Б1.В.12 Оборудование нефтегазопереработки.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке могут быть использованы при прохождении

учебной, производственной и преддипломной практик и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-3 - Способен проводить анализ современных проектных решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки.

ПК-3.1- Знает основные процессы, протекающие в оборудовании, их конструкции; методы обработки информации и анализа данных при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки.

ПК-3.2 - Умеет разбивать конструкции на узлы, сборочные единицы и детали, устанавливать их взаимодействие и влияние на технологический процесс.

ПК-3.3 - Владеет навыками анализа конструкторских решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- основные вакуумные технологии, реализуемые в нефтегазопереработке;
- технологическое и аппаратурное оформление процессов, проводимых с использованием вакуума;
- приемы моделирования сложных систем в среде универсальных моделирующих программ (УМП) на примере вакуумсоздающей системы;
- особенности технических систем создания и поддержания вакуума различного типа, их технико-экономические показатели;
- нормативно - правовую базу защиты и оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности.

2) Уметь:

- применить полученные знания для постановки и решения новых задач с использованием вакуумных технологий;
- производить оценки, вычислять характеристики основных блоков технологических установок, работающих под вакуумом;
- проводить сопряжение частных характеристик отдельных элементов сложного объекта вакуумсоздающей системы в рамках единой сложной системы;
- обоснованно выбирать элементы вакуумсоздающих систем в процессе проектирования новых объектов при последующей профессиональной деятельности;
- самостоятельно организовать и руководить патентными исследованиями, включая патентный поиск, оценку стоимости и методы защиты объектов интеллектуальной собственности через Федеральный институт патентной собственности.

3) Владеть:

- навыками практического ведения проектных и конструкторских работ по проектированию и изготовлению вакуумсоздающих систем;
- знаниями о перспективных направлениях развития техники в области разработки и внедрения вакуумных технологий для отрасли;
- методами создания расчетных моделей блоков ВСС в среде универсальных моделирующих программ;
- приемами оценки технико-экономических показателей сопоставляемых решений по аппаратурно-технологическому оформлению процесса;
- методами оптимизации инженерных решений;
- практическими навыками патентного поиска, оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности.

4. Структура и содержание дисциплины Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Распределение учебной нагрузки по видам занятий представлено в табл. 4.1.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекци и	Лабор. занятия	Прак занят ия.	КСР	СРС	
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	8/7/ 8	2/1/0,5	2/2/1		4/4/2	5/6/11	Экзаменационны е билеты. Дискуссия, реферат
2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом		2/1/0,5	2/2/1		4/4/4	6/6/11	
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода		2/1/0,5	2/2/1		4/4/4	5/8/11	
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны		4/2/0,5	4/4/1		8/8/4	9/9/18	
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)		4/2/2	4/4/2		8/8/4	10/14/24	
6	Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)		4/2/2	4/4/2		8/8/4	10/14/24	
ИТОГО			18/9/6	18/18/8		36/36//22	45/57/99	
Форма аттестации			Экзамен-27/27/9					

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Области применения и преимуще	2/1/0,5	Введение. Области применения и преимуществ	Ректификация мазута, стирола и других продуктов органического синтеза, проводимых под вакуумом. Вакуумная сушка, выпарка термолабильных продуктов, белковых и витаминных веществ органического происхождения. Классификация	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3

	ства вакуумной технологии		а вакуумной технологии	вакуума. Газы разложения и натекания. Принципиальные способы создания и поддержания вакуума, их сравнительные характеристики.	
2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом	2/1/0,5	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом	Технологическая схема процесса ректификации мазута под вакуумом. Понятие о непрерывных нефтяных смесях. Способы представления их состава. Кривые однократного испарения (ОИ) и истинных температурных кривых (ИТК). Методы их получения и взаимного пересчета (аналитические и компьютерные). Перспективы развития процесса ректификации нефтепродуктов и направления их совершенствования.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	2/1/0,5	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	Общие принципы системного анализа и понятие о СХТС применительно к вакуумной ректификационной установке. Основные свойства и характеристики отдельных блоков СХТС и их согласование в рамках единой системы. Факторы, влияющие на функционирование ректификационной установки, включая колонну, испарительно-конденсационные узлы, транспортные трубопроводы и вакуумсоздающую систему. Методы их взаимного согласования.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	4/2/0,5	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	Требования к современным контактным устройствам колонных массообменных аппаратов. Насадки регулярные и нерегулярные. Противоточные и перекрестноточные насадки. Их преимущества и недостатки. Методы представления характеристик насадок (фактор скорости, эффективность, ВЭТТ, гидравлическое сопротивление). Перспективные конструкции. Тарельчатые контактные устройства: барботажные, струйные, клапанные, провальные, прямоточные и др. Сравнительные характеристики, основные направления совершенствования и рекомендации по модернизации тарельчатых колонн.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	4/2/2	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	Принцип работы и конструктивное оформление пароэжекторных вакуумных насосов. Принципы расчета и основы конструирования основных узлов ПЭНов (эжекторы, конденсаторы). Техно-экономические показатели отечественных и зарубежных конструкций ПЭНов. Направления их совершенствования. Гидроциркуляционные ВСС с использованием жидкостных эжекторов. Их сопоставление с ПЭНами, перспективы внедрения на нефтегазоперерабатывающих предприятиях.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
6	Жидкостные кольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	4/2/2	Жидкостные кольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	Принцип работы ЖКВН. Конструктивное оформление одно и двухступенчатых жидкостных вакуумных насосов с осевым и радиальным вводом газа. Их сравнительные показатели. Факторы, влияющие на эффективность работы ЖКВН. Математическая модель ЖКВН. Комбинированные вакуумсоздающие системы с газовыми и жидкостными эжекторами. Примеры совершенствования промышленных технологических вакуумсоздающих систем нефтехимических производств.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3

6. Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель лабораторных занятий - закрепление теоретических знаний, приобретение исследовательских навыков.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	2/2/1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	Введение в использование ChemCad. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
2	Ректификация нефтепродуктов в под вакуумом	2/2/1	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом	Моделирование ректификационного блока установки ректификации мазута. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	2/2/1	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	Сопряжение характеристик отдельных блоков вычислительной модели. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	4/4/1	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	Моделирование конденсационного блока установки ректификации мазута. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	4/4/2	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	Анализ математического описания принципа работы ПЭНа. Синтез вычислительной модели. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
6	Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	4/4/2	Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	Анализ математического описания принципа работы ЖКВН. Синтез вычислительной модели. Компьютерный класс. Учебная лаборатория кафедры МАХП.	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Структура универсальной моделирующей программы ChemCad. Анализ баз данных пакета.	5/6/11	Работа с литературой	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
2	Приемы моделирования массообменных процессов	6/6/11	Работа с литературой	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
3	Приемы моделирования теплообменных процессов	5/8/11	Работа с литературой	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
4	Приемы синтеза сложных моделей в среде ChemCad	9/9/18	Работа с литературой	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
5	Синтез моделей ПЭНа и ЖКВН.	10/14/2	Работа с литературой	ПК – 3.1,

		4		ПК – 3.2, ПК – 3.3
6	Синтез модели ректификационного блока (ректификация мазута) в среде ChemCad.	10/14/2 4	Работа с литературой	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Структура универсальной моделирующей программы ChemCad. Анализ баз данных пакета.	4/4/2	Проверка домашнего задания	ПК – 3.1, ПК – 3.2, ПК – 3.3
2	Приемы моделирования массообменных процессов	4/4/4	Проверка домашнего задания	
3	Приемы моделирования теплообменных процессов	4/4/4	Проверка домашнего задания	
4	Приемы синтеза сложных моделей в среде ChemCad	8/8/4	Проверка домашнего задания	
5	Синтез моделей ПЭНа и ЖКВН.	8/8/4	Проверка домашнего задания	
6	Синтез модели ректификационного блока (ректификация мазута) в среде ChemCad.	8/8/4	Проверка домашнего задания	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний-15

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 Вакуумная техника в нефтегазопереработке используется рейтинговая система.

Оценка деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 36 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов.

При изучении дисциплины студент должен сделать 1 доклад, подготовить 1 реферат, сдать 6 отчетов по лабораторным работам, участвовать в дискуссии и сдать экзамен.

Диапазон оценок: доклад 5 - 10 баллов; реферат 5 - 10 баллов; участие в дискуссии 2 - 4; один отчет по лабораторным работам 4 - 6 баллов.

Ответ на экзамене оценивается в диапазоне 24 - 40 баллов.

Пересчет итогового рейтинга в традиционную систему:

«отлично» - 87 - 100 баллов;

«хорошо» - 74 - 86 баллов;

«удовлетворительно» - 61 - 73 балла;

«неудовлетворительно» - менее 61 балла.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Вакуумная техника в нефтегазопереработке» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол. экз.
1. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2 учебное пособие/М.А. Закиров, Э.В.Осипов.-Нижнекамск:НХТИ,2016.-155 с	40
2. Химия нефти и газа : учеб. пособие / В.Д. Рябов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 335 с. — (Высшее образование). - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/546691	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
3. Физические основы вакуумной техники [Электронный ресурс]/Беркина А.Б., Василевский А.И. - Новосиби.: НГТУ, 2014. - 84 с.: ISBN 978-5-7782-2424-7. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546221 , по паролю.- ЭБС «Znanium».	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол. экз.
1. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: методические указания/М.А. Закиров.-Нижнекамск:НХТИ,2017.-16 с.	40
2. Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей: Учебное пособие / Кравцов А.В., Самборская М.А., Вольф А.В., - 2-е изд. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 166 с. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/674042	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
3. Крец, В.Г. Основы нефтегазового дела : учеб. пособие / В.Г. Крец, А.В. Шадрин ; Томский политехнический университет. - 2-е изд., перераб. и доп. - Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 200 с. - ISBN 978-5-4387-0724-0. - Текст : электронный. - URL: http://znanium.com/catalog/product/1043934	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

10.3. Электронные источники информации

Адрес Интернет-ресурса	Наименование Интернет-ресурса
Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/	Электронные образовательные ресурсы и сервисы для всех уровней и ступеней образования. Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/	Российское образование: единое окно доступа к образовательным ресурсам, свободный безлимитный доступ.
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. А-103 «Лаборатория основ расчета и конструирования»
Стенды для исследования напряжений в элементах аппаратов;
установка для определения критической скорости вращения валов.
2. А-107 «Лаборатория машин и аппаратов химических производств»
Монтаж колонных аппаратов – 3 стенда; действующие макеты колонных теплообменных и реакционных аппаратов; уплотнительные устройства вращающихся валов; центровка насосной установки.
3. А-109 Компьютерный класс
Персональные компьютеры с необходимым обеспечением Pentium IV – 7 шт., сканер – 1 шт., копировально-множительный аппарат KONICA 1216 – 1 шт.
4. А-111 «Научно-исследовательская лаборатория»
Компьютеры Pentium IV – 2 шт.; монохромный плоттер А-1 – 1 шт.; оверхэд – проектор – 1 шт.

12. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Тема 1. Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии в нефтегазопереработке	Практическое занятие	Дискуссия	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5
Тема 2. Ректификация нефтепродуктов под вакуумом.	Практическое занятие	Доклад	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5
Тема 3. Анализ условий функционирования вакуумной ректификационной установки с позиций системного подхода.	Практическое занятие	Доклад	0,5
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,5
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1
Тема 4. Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны.	Практическое занятие	Доклад	0,5
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,5
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1
Тема 5. Пароэжекторные вакуумные насосы	Практическое занятие	Доклад	0,75
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,75
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1,5
Тема 6. Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	Практическое занятие	Доклад	0,75
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,75
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	1,5