

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.06 Вакуумные технологии в нефтегазопереработке
Направление подготовки	15.04.02 Технологические машины и оборудование
Профиль/программа	Химическое машино- и аппаратостроение
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очно-заочная
Факультет	механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	Машин и аппаратов химических производств
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25
Практические занятия	9	0,25
Лабораторные занятия	9	0,25
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	81	2,25
Форма аттестации (часы на контроль)	ЗаО	
Всего	108	3

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1026 от 14.08.2020) по направлению 15.04.02 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 ____МАХП,
протокол от 19.04 2023 г. № 8

Зав. кафедрой



И.Н.Мадышев

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.06 Вакуумные технологии 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.06 Вакуумные технологии в нефтегазопереработке относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля Б1 и формирует у обучающихся по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения профессиональных обязанностей в области научно-исследовательской, проектно-конструкторской и педагогической деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.06 Вакуумные технологии в нефтегазопереработке магистр по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.14 Перспективное оборудование для химических и нефтехимических производств;
- б) Б1.О.12 Методы интенсификации тепломассообмена.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.06 Вакуумные технологии в нефтегазопереработке могут быть использованы при прохождении учебной, производственной и преддипломной практик и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-5 способен выполнять анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования, а также оформлять результаты научно-исследовательских работ.

ПК-5.1 Знает основные методы анализа и теоретического обобщения результатов исследования по теме.

ПК-5.2 Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (патенты, научно-техническая документация).

ПК-5.3 Владеет приемами и навыками анализа результатов исследования и математической обработки.

ПК-6 способен применять актуальную нормативную документацию при выполнении опытно-конструкторских работ.

ПК-6.1 Знает актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР в области химического машино- и аппаратостроения.

ПК-6.2 Умеет применять актуальную нормативную документацию при выполнении ОКР.

ПК-6.3 Владеет навыками использования актуальной нормативной документации при выполнении ОКР.

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.

Структура и содержание дисциплины Б1.В.06 Вакуумные технологии в нефтегазопереработке

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции и	Лабор. занятия	Прак. занятия.	КСР	СРС	
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	3	1	1	1		8	Дискуссия, реферат
2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом		1	1	1		9	
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода		2	2	2		16	
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны		2	2	2		16	
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)		2	2	2		16	
6	Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)		1	1	1		16	
ИТОГО			9	9	9		81	
Форма аттестации			ЗаО					

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	Ректификация мазута, стирола и других продуктов органического синтеза, проводимых под вакуумом. Вакуумная сушка, выпарка термолабильных продуктов, белковых и витаминных веществ органического происхождения. Классификация вакуума. Газы разложения и натекания. Принципиальные способы создания и поддержания вакуума, их сравнительные характеристики.	ПК-5, ПК-6

2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом	1	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 усовершенствования.	ПК-5, ПК-6
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	2	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-5, ПК-6
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	2	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-5, ПК-6
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	2	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	Принцип работы и конструктивное оформление пароэжекторных вакуумных насосов. Принципы расчета и основы конструирования основных узлов ПЭНов (эжекторы, конденсаторы). Техничко-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-5, ПК-6
6	Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	1	Жидкостно-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 усовершенствования промышленных технологических вакуумсоздающих систем нефтехимических производств.	ПК-5, ПК-6

6. Содержание практических занятий

Цель практических занятий - закрепление теоретических знаний, приобретение навыков расчета процессов и аппаратов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	Ректификация мазута, стирола и других продуктов органического синтеза, проводимых под вакуумом. Вакуумная сушка, выпарка термолабильных продуктов, белковых и витаминных веществ органического происхождения. Классификация вакуума. Газы разложения и натекания. Принципиальные способы создания и поддержания вакуума, их сравнительные характеристики.	ПК-5, ПК-6
2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом	1	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-5, ПК-6
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода	2	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-5, ПК-6
4	Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны	2	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-5, ПК-6
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	2	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)	Принцип работы и конструктивное оформление пароэжекторных вакуумных насосов. Принципы расчета и основы конструирования основных узлов ПЭНов (эжекторы, конденсаторы). Техничко-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-5, ПК-6
6	Жидкостно-кольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	1	Жидкостно-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	ПК-5, ПК-6

				и жидкостными эжекторами. Примеры усовершенствования промышленных технологических вакуумсоздающих систем нефтехимических производств.	
--	--	--	--	---	--

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных работ - закрепление теоретических знаний, приобретение исследовательских навыков.

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

Все лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Структура универсальной моделирующей программы ChemCad. Анализ баз данных пакета.	8	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
2	Приемы моделирования массообменных процессов	9	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6

3	Приемы моделирования теплообменных процессов	16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
4	Приемы синтеза сложных моделей в среде ChemCad	16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
5	Синтез моделей ПЭНа и ЖКВН.	16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
6	Синтез модели ректификационного блока (ректификация мазута) в среде ChemCad.	16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.06 Вакуумные технологии 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 зачет.

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 зачете 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.-Нижекамск: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.Б., ВасилевскийА.И. - Новосиб.: 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. Часть2: методические указания/М.А. Закиров.-Нижекамск: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	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5
Тема 4. Аппаратурное оформление вакуумной ректификационной колонны.	Практическое занятие	Доклад	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5
Тема 5. Пароэжекторные вакуумные насосы	Практическое занятие	Доклад	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5
Тема 6. Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)	Практическое занятие	Доклад	0,25
	Лабораторное занятие	Обсуждение отчета	0,25
	Лекция	Работа с наглядными пособиями	0,5