

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

« 30 » 05 2022 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	очная/очно-заочная
Факультет	механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	Машин и аппаратов химических производств
Курс, семестр	2 курс, 3 семестр / 2 курс, 3 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9/9	0,25/0,25
Практические занятия	18/9	0,50/0,25
Лабораторные занятия	9/9	0,25/0,25
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	72/81	2,0/2,25
Форма аттестации (часы на контроль)	ЗаО	
Всего	108	3

Нижнекамск, 2022 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 2022 года набора обучающихся.

Разработчик программы:
доцент кафедры ПАХТ



Д.Н.Латыпов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ МАХП,
протокол от 12.04 2022 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
			Лекци и	Лабор. занятия	Прак. занятия.	КСР	СРС	
1	Введение. Области применения и преимущества вакуумной технологии	3	1/1	1/1	2/1		8/8	Дискуссия, реферат
2	Ректификация нефтепродуктов под вакуумом		1/1	1/1	2/1		8/9	
3	Анализ условий функционирования ректификационной установки с позиций системного подхода		2/2	2/2	4/2		14/16	
4	Аппаратурное оформлнение вакуумной ректификационной колонны		2/2	2/2	4/2		14/16	
5	Пароэжекторные вакуумные насосы (ПЭНы)		2/2	2/2	4/2		14/16	
6	Жидкостнокольцевые вакуумные насосы (ЖКВН)		1/1	1/1	2/1		14/16	
ИТОГО			9/9	9/9	18/9	9/9	72/81	
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	1/1	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	1/1	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	2/2	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	2/2	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)	2/2	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)	1/1	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	2/1	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	2/1	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	4/2	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	4/2	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)	4/2	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)	2/1	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	1/1	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	1/1	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	2/2	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	2/2	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)	2/2	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)	1/1	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.	8/8	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
2	Приемы моделирования массообменных процессов	8/9	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6

3	Приемы моделирования теплообменных процессов	14/16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
4	Приемы синтеза сложных моделей в среде ChemCad	14/16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
5	Синтез моделей ПЭНа и ЖКВН.	14/16	Работа с литературой	ПК-5, ПК-6
6	Синтез модели ректификационного блока (ректификация мазута) в среде ChemCad.	14/16	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.-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.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.-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	0,25
	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