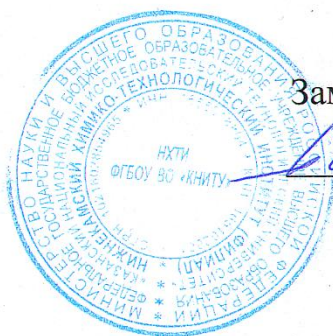


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.06 Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(шифр) (наименование)

Профиль/программа Оборудование нефтегазопереработки

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр V, 9

Форма обучения	заочная	
	Часы	ЗЕ
Лекции	8	0,222
Практические занятия	6	0,167
Лабораторные занятия	6	0,167
СР	133	3,694
КСР	18	0,5
Форма аттестации (контроль)	экзамен 9	экзамен 0,25
Всего	180	5

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования
(№ 728 от 09.08.2021) по направлению

(номер, дата утверждения)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

(наименование направления)

на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП
(должность)


(подпись)

И.Н. Мадышев
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,
протокол от 12.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Н. Мадышев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» являются

1. освоение методов и приемов эффективной и безопасной эксплуатации, ремонта и обслуживания аппаратов и установок в изучаемых отраслях промышленности;
2. выявление и усвоение направлений и методов их модернизации, оптимизации режимов работы, особенностей автоматизации и управления технологическим процессом.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» *бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование* должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.12 Оборудование нефтегазопереработки,
- б) Б1.О.30 Интенсификация тепломассообменных процессов.

Дисциплина «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *производственной практики,*
- б) *преддипломной практики.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

ПК-2.1 Знает основные тенденции модернизации оборудования и технологии нефтегазопереработки

ПК-2.2 Умеет разрабатывать способы внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

ПК-2.3 Владеет навыками по внедрению новой техники и технологии нефтегазопереработки

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

а) основные тенденции модернизации оборудования и технологии нефтегазопереработки.

2) Уметь:

а) разрабатывать способы внедрения новой техники и передовой технологии нефтегазопереработки

3) Владеть:

а) навыками по внедрению новой техники и технологии нефтегазопереработки.

4. Структура и содержание дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Прак- тиче- ские заня- тия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	9	1	–	–	3	22	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
2	Оборудование для тепловых процессов	9	1	2	2	3	22	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	9	2	2	2	3	23	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
4	Химические реакторы	9	2	–	–	3	22	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	9	1	–	–	3	22	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	9	1	2	2	3	22	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
ИТОГО			8	6	6	18	133	
Форма аттестации					экзамен (9)			

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

[illegible]

[illegible]

				<p>лок: ситчатых; колпачковых с капсульными колпачками; желобчатых; из S-образных элементов; комбинированных и др. Струйные тарелки с направленными потоками жидкости и газа: чешуйчатые, язычковые, арочные, пластинчатые, из просечно-вытяжных листов. Особенности работы и область применения клапанных тарелок: дисковых; пластинчатых; балластных; жалюзийно-клапанных. Провальные тарелки без переливов: решетчатые; ситчатые; волнистые; Киттеля. Принцип действия, основные показатели специальных тарелок: с двумя зонами контакта; струйно-центробежных; центробежно-вихревых. Комбинированные тарелки. Тарелки с прямоточным движением потоков: трубчатые; с завихрителями (вихревые); с секционированием потоков. Конструктивное оформление основных элементов тарельчатых колонн: устройств для ввода и вывода продуктов; переливных устройств; способов монтажа внутренних элементов.</p>	
4	Химические реакторы	2	<p>4.1 Химические реакторы в химической и нефтехимической технологии</p> <p>4.2. Конструкции химических реакторов</p>	<p>4.1. Назначение, место и роль химических реакторов в химической и нефтехимической технологии. Основные отличия химических реакторов от других типов аппаратов. Классификация химических реакций в зависимости от механизма, способов возбуждения, режимов протекания, тепловых и фазовых характеристик. Понятие скорости химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Закон действующих масс. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса.</p> <p>4.2. Факторы, определяющие конструкцию химических реакторов. Реакторы идеального вытеснения, идеального смешения, многокаскадные реакторы смешения, их сравнительные характеристики. Жидкостные кубовые</p>	<p>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</p>

				реакторы для гомогенных и гетерогенных реакций. Перемешивающие и теплообменные устройства реакторов, рекомендации по их применению. Особенности конструкции газожидкостных реакторов: колонные насадочные и тарельчатые реакторы, их сравнение с массообменными аппаратами.	
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	1	<p>5.1. Назначение, классификация и конструкции печей</p> <p>5.2. Расчет трубчатых печей</p>	<p>5.1. Назначение и типы печей, их классификация. Сравнение различных типов печей, основные направления в их развитии. Теплотехнические особенности нефтезаводских трубчатых печей, связь между теплотехническими и тепловыми показателями. Теплонапряженность поверхности нагрева, топочного пространства, местные тепловые нагрузки в камерах радиации и конвекции. Важнейшие показатели и элементы трубчатых печей. Гарнитура печей, применяемые материалы. Устройства для сжигания топлива (горелки, форсунки).</p> <p>5.2. Основы расчета трубчатых печей. Процессы сгорания и теплопередачи в топке, теплопередача в конвекционной камере, выбор размеров камер конвекции и радиации. Определение полезной тепловой нагрузки печи и состояния сырья на выходе из печи. КПД печи и пути уменьшения расхода топлива. Гидравлический расчет печи, газовое сопротивление и тяга.</p>	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	1	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	<p>Общие сведения и классификация вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары для жидких и газообразных продуктов. Назначение и устройство мокрых и сухих газгольдеров. Бункеры и силосы для хранения и выгрузки сыпучих материалов. Основные элементы технологических трубопроводов: трубы, фасонные детали (фитинги), способы соединения трубопроводов. Компенсация температурных деформаций трубопроводов с по-</p>	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

				мощью компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов. Назначение и классификация трубопроводной арматуры. Устройство, область применения и характеристики запорной, регулирующей, предохранительной, защитной и фазоразделительной арматуры.	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий

№ п п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Оборудование для тепловых процессов	2	Расчет и выбор стандартизованного теплообменника	2.1. Расчет и выбор стандартизованного кожухотрубчатого теплообменника для проведения процессов нагрева, охлаждения, конденсации, испарения жидких, газообразных продуктов; 2.2. Тепловой расчет и выбор стандартизованного аппарата воздушного охлаждения для проведения процесса охлаждения и конденсации рабочих продуктов с заданными расходными и физико-механическими параметрами.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2	Оборудование для проведения массообменных процессов	2	Технологический расчет ректификационной колонны	Кейс-задача. Для заданных значений исходных данных провести технологический расчет ректификационной колонны с колпачковыми, клапанными, ситчатыми и провальными тарелками (по вариантам заданий). В качестве объекта оптимизации принять межтарельчатое расстояние, выбор которого производить с учетом заданной преподавателем вспениваемости разделяемых рабочих систем. Проверку работоспособности выбранной стандартизованной тарелки производить по величине межтарельчатого уноса.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	2	Технологический трубопровод	Технологический трубопровод: назначение и классификация, применяемые материалы. Методы компенсации температурных напряжений с помощью осевых, гибких и скользящих компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Оборудование для тепловых процессов	2	Оценка площади поверхности теплообменника	Произвести расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах при скорости жидкости в трубах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3 м/с и выбрать теплообменные аппараты из стандартного ряда. Произвести сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена, коэффициенту теплопередачи и гидравлическому сопротивлению.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2	Оборудование для проведения массообменных процессов	2	Изучение влияния флегмового числа на показатели ректификационной колонны	В ректификационной колонне непрерывного действия, работающей под атмосферным давлением, разделяется G_F жидкой бинарной смеси с содержанием низкокипящего компонента X_F . Требуемая молярная доля низкокипящего компонента в дистилляте составляет X_D и в кубовом остатке X_W . Определить диаметр колонны и ее рабочую высоту. Расчет числа теоретических тарелок выполнить графическим методом для флегмового числа $R-1$, $R-0.5$, R , $R+0.5$, $R+1$. Определить оптимальную колонну по минимальному рабочему объему. Для тарельчатых колонн принять расстояние между тарелками h , средний к.п.д. тарелок - η . Для насадочных колонн высота насадки, эквивалентная теоретической тарелке, составляет h_{Σ} , скорость пара W .	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	2	Уплотнение запорной арматуры, выбор прокладочного материала	Уплотнение запорной арматуры, выбор прокладочного материала, определение опорной реакции прокладки.	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	22	<i>Подготовка к экзамену, практическое занятие</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>
2	Методы интенсификации теплообмена в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.	22	<i>Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие, дискуссии</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>
3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	23	<i>Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	22	<i>Подготовка к экзамену, практическое занятие</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	22	<i>Подготовка к экзамену, практическое занятие, доклад</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>
6	Вспомогательное оборудование для хранения жидких и газообразных продуктов: резервуары, емкости, газгольдеры, бункера и силосы. Материалы, устройство, область применения.	22	<i>Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие, дискуссии</i>	<i>ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3</i>

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	3	Прием экзамена, практическое задание	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2	Методы интенсификации теплообмена в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.	3	Прием экзамена, лабораторное и практическое задание, дискуссии	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	3	Прием экзамена, лабораторное и практическое задание	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	3	Прием экзамена, практическое задание	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	3	Прием экзамена, практическое задание, доклад	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
6	Вспомогательное оборудование для хранения жидких и газообразных продуктов: резервуары, емкости, газгольдеры, бункера и силосы. Материалы, устройство, область применения.	3	Прием экзамена, лабораторное и практическое задание, дискуссии	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Например, при изучении дисциплины предусматривается экзамен, доклад, четырех лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Практическое занятие</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>18</i>
<i>Доклад</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Дискуссия</i>	<i>1</i>	<i>8</i>	<i>12</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Гильманов Х.Х. Машины и аппараты химических производств и нефтепереработки; учебное пособие / Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Нижнекамск; НХТИ, 2013. – 128 с.	80
Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]; учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. – 3-е изд. в электрон. варианте. – Казань: КНИТУ, 2014. Режим доступа: http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135	Электронный каталог УНИЦ КНИТУ http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135 Доступ с любой точки интернета

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Закиров М.А. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Ч.2: метод. указания / сост. М.А. Закиров, М.Г. Гарипов, Х.Х. Гильманов; НХТИ. – Нижнекамск: НХТИ, 2012. – 44 с.	19

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств» использование электронных источников информации:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа: http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>

<http://elibrary.ru/> Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций <http://elibrary.ru/>

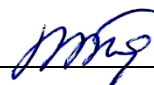
11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Стенд № 1. “Вихревой массообменный аппарат”,
2. Стенд №2. “Насадочная колонна”,
3. Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные устройства”, Макет «Монтаж колонны двумя кранами»,
4. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства”,
5. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель”,
6. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой”,
7. Стенд № 7. “Ротационный массообменник аппарат (центробежный)”,
8. Стенд № 8. “Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках”,
9. Стенд № 9. “Кожухотрубчатый теплообменник”,
10. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов”,
11. Стенд №11. “Центровка насосных установок”; Секция клапанной тарелки типа ТКП, Секция колпачковой тарелки типа ТСК,
12. Стенд №12. “Монтаж колонны выжимным способом”,
13. Стенд №13. “Монтаж колонны порталным краном ”;
14. Стенд № 14. «Монтаж колонны двумя кранами»;
15. Макет ректификационной колонны.

техническими средствами обучения:

1. Оверхэд-проектор;
2. Рулонный настенный экран;
3. Ноутбук с проектором

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Проектирование перспективного технологического оборудования нефтехимических производств»:

1. Windows XP;
2. Microsoft Office 2007;
3. Антивирус Касперского

13. Образовательные технологии

Количество занятий для заочной формы обучения 4 часов, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- доклады
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).