

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреж-
дения 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.ДВ.02.02 «Тепло- и массообменное оборудование предприятий (ТМОП)»

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль/программа «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)»

Квалификация выпускника- бакалавр

Форма обучения-заочная

Факультет- информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы-«Процессы и аппараты химических технологий»


Объём	Часы	ЗЕТ
Лекции	4	0,11
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	4	0,11
Самостоятельная работа (СР)	82	2,28
Контроль СР	14	0,39
Форма аттестации-зачёт	4	0.11
Всего	108	3

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 730 от 9.08.2021) по направлению 15.03.04 04 «Автоматизация технологических процессов и производств» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



М.Г. Гарипов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ протокол от 6.04.2022г. № 7

Зав. кафедрой, доцент

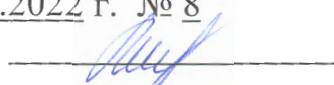


Д.Н. Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ИСТ, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 20.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой: доцент



О. В. Матухина

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины ТМОП являются:

а) формирование знаний о теоретических основах тепло- и массообменных процессов химических технологий, законах, описывающих их; конструкциях распределенных и перспективных тепло- и массообменных аппаратов и принципах их работы; технологических схемах установок;

б) обучение методикам расчета тепло- и массообменных процессов и аппаратов с применением компьютеров; принципам моделирования и масштабного перехода; правильного выбора аппаратов и машин по справочникам и каталогам и способам их интенсификации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения проектно-конструкторской, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины бакалавр по направлению подготовки 15.03.04 должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика;
- б) Б1.О.13 Физика;
- д) Б1.О.16 Информационные технологии
- в) Б1.О.17 Общая химия;

Дисциплина является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.03.01 Промышленные операционные системы;
- б) Б1.В.05 Автоматизация технологических процессов и производств;
- в) Б1.В.07 Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации технологических процессов.

Знания, полученные при изучении дисциплины могут быть использованы при прохождении практик (учебной, преддипломной) и выполнении выпускной квалификационной работы, в научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 15.03.04.

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

Компетенция УК-1- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Индикаторы достижения компетенции:

УК-1.1- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.2- умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.3- владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач.

Компетенция ПК-4- способен управлять работами проекта автоматизации технологических процессов в рамках утверждённых параметров.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-4.1- знает требования нормативных документов к проекту автоматизации технических систем в рамках утверждённых параметров;

ПК-4.2- умеет составлять перечень и последовательность работ, план мероприятий по управлению работами проекта автоматизации;

ПК-4.3- владеет навыками определения ресурсов, объемов работ для реализации проекта автоматизации технологических процессов в рамках утвержденных параметров.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) *Знать*: а) закономерности основных тепло- и массообменных процессов химических технологий;

б) принципы устройства и работы аппаратов и машин для проведения тепло- и массообменных процессов химических технологий;

в) технологические схемы основных тепло- и массообменных процессов химических технологий;

г) современные достижения науки и техники в области тепло- и массообменных процессов химических технологий.

2) *Уметь*: а) правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач обоснованного выбора конструкции и рабочих режимов аппаратов, технологических схем;

б) самостоятельно проводить расчеты аппаратов;

в) решать задачи по различным разделам дисциплины и составлять тепловой и материальный баланс тепло- и массообменных аппаратов.

3) *Владеть*: а) понятийно-терминологическим аппаратом в области тепло- и массообменных процессов и аппаратов химических технологий;

б) способностью проектировать типовые тепло- и массообменные аппараты, пользоваться справочной технической литературой, ГОСТами, составлять техническую документацию в соответствии с ЕСКД;

в) навыками моделирования и оптимизации производственных установок и технологических схем;

г) современными информационными технологиями.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 часов

№ п / п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы в часах				Оценочные средства для промежуточной аттестации по разделам		
			Лекции	Лабораторные работы	КСР	СР			

1	Теплообменные процессы	4	2,31	2	8,4	49,2	Лабораторная работа. Контрольная работа. Дискуссия . Реферат. Тест.
2	Массообменные процессы	4	1,69	2	5,6	32,8	Лабораторная работа. Контрольная работа. Дискуссия . Реферат. Тест.
	Всего		4	4	14	82	
	Форма контроля						Зачёт-4 часа

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	Теплообменное оборудование предприятий	0,33	1.Теоретические основы теплообменных процессов химической технологии	Основные понятия теплообмена. Движущая сила теплообмена-градиент температуры.Тепловой поток и теплонапряжённость. Основные тепловые процессы. Уравнения теплового баланса. Основное уравнение теплопередачи. Способы интенсификации теплопередачи. Закон молекулярного переноса теплоты Фурье . Дифференциальное уравнение конвективного переноса теплоты Фурье-Кирхгофа. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия Пекле, Фурье, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,33	2.Теплоносит	Требования к теплоносителям.	УК-1.1;

			ели, их свойства и характеристики.	Основные теплоносители: перегретый и насыщенный водяной пар, вода, воздух, дымовые газы. Их сравнительная характеристика, теплофизические свойства и область применения. Ориентировочные значения коэффициентов теплоотдачи. Рабочие температуры и давления. Рекомендуемые скорости движения основных теплоносителей в теплообменных аппаратах. Высокотемпературные теплоносители. Рабочие тела холодильных установок-хладоагенты. Хладоносители.	УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,33	3.Основные виды и классификация теплообменного оборудования.	Теплопередающие и теплоиспользующие установки. Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуперативные, регенеративные, смешительные). Аппараты периодического и непрерывного действия. По виду взаимного движения теплоносителей – прямоточные, перекрестноточные, противоточные. Классификация теплоиспользующих установок по назначению: выпарные и кристаллизационные, сушильные, перегонные, ректификационные и абсорбционные.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,33	4.Рекуперативные теплообменники	Назначение и области применения рекуперативных теплообменников, их классификация. Основные конструкции: кожухотрубные, секционные теплообменники, теплообменники с оребренными трубами, пластинчатые. Другие конструкции рекуперативных теплообменников. Вида расчета теплообменников: тепловой конструктивный, поверочный, гидравлический, прочностной, технико-экономический.. Теплообменники-утилизаторы для использова-	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

				<p>ния теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов; основные конструкции, принцип действия.</p>	
		0,33	5.Регенеративные теплообменники	<p>Область применения регенеративных теплообменников. Конструкции и принцип действия регенеративных теплообменников. Тепловой расчет регенеративных теплообменников. Расчет коэффициента теплопередачи в регенераторе. Температурный гистерезис. Сравнение тепловой эффективности работы регенератора и рекуператора.</p>	<p>УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3</p>
		0,33	6.Смесительные теплообменники.	<p>Принцип действия, области применения и конструкции смесительных теплообменников. Газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Полые, насадочные, пенные скрубберы. Смесительные теплообменники со взвешенным слоем насадки. Скрубберы Вентури. Контактные аппараты с активной насадкой (КТАН). Испарители и конденсаторы смесительного типа. Градирни. Деаэраторы; назначение, конструкции, принцип действия, основы расчета. Вентиляторные, башенные, атмосферные и радиаторные градирни. Методы расчета градирен.</p>	<p>УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3</p>
		0,33	7.Выпарные, опреснительные и кристаллизационные установки	<p>Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки; принцип действия. Основные конструкции аппаратов. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Материальный и тепловой балансы. Температурные депрессии. Располагаемая и полезная разно-</p>	<p>УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3</p>

				сти температур и ее распределение по ступеням многоступенчатой выпарной установки. Особенности расчета греющих камер. Аппараты погружного горения. Область их применения и основы расчета.	
2	Массообменное оборудование предприятий	0,33	8.Теоретические основы массообменных процессов химической технологии	Основные понятия массообмена. Диффузионный поток. Основное уравнение массопередачи. Способы выражения составов фаз. Фазовое равновесие. Рабочие диаграммы массообмена давление-состав, температура-состав, состав, состав-состав. Равновесная и рабочая линии массообмена. Правило фаз Гиббса. Принцип Ле-Шателье. Законы Рауля, Генри, Дальтона. I, II и общий законы Коновалова. Массообменное подобие. Критерии диффузионного подобия Фурье, Пекле, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,37	9.Перегонные и ректификационные установки	Конструкции и принцип действия перегонных и ректификационных установок. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Виды смесей жидких компонентов. Идеальные смеси. Закон Рауля. Фазовые диаграммы состояния смесей жидкостей, их построение. Азеотропия. Простая и непрерывная перегонка. Уравнение простой перегонки. Основы кинетики массообмена. Материальный и тепловой баланс ректификационной колонны. Флегмовое число. Рабочие линии ректификационной колонны. Определение затрат энергии на разделение смеси в колонне. Определение числа тарелок в колонне.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

			10.Абсорбционные установки.	Физическая сущность процесса абсорбции. Изотерма абсорбции. Области применения и конструкции абсорбционных установок. Принципиальные схемы абсорбционных установок. Материальный и тепловой баланс абсорбера. Графический расчет числа теоретических тарелок в абсорбере. Применение абсорберов для осушки и очистки газов.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,33	11.Сушильные установки	Понятие о процессе сушки. Способы сушки материалов. Сушильные установки, их конструкции и принцип действия. Сушильные агенты. Формы связи влаги с материалом. Классификация влажных материалов и принципиальные схемы установок для их сушки. Основы кинетики и динамики сушки. Первый и второй периоды сушки материалов. Равновесное и критическое влагосодержание. Методы расчета времени сушки в ее первом и втором периодах. Тепловой и материальный баланс конвективной сушильной установки. Построение процесса сушки в h-d диаграмме влажного газа. Способы интенсификации процесса сушки.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
		0,33	12.Вспомогательное оборудование теплоиспользующих установок.	Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Сепараторы. Центрифуги. Назначение и основные виды конденсатоотводчиков, принцип действия. Выбор конденсатоотводчиков. Оборудование для перемещения газов и жидкостей.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Всего	4			

6. Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение лекционного материала, касающегося: основных видов и классификации тепломассообменного оборудования; физико-химических и термодинамических основ процессов выпаривания, кристаллизации, перегонки и ректификации; конструкций, принципа действия аппаратов и установок; основ расчета аппаратов и установок тепломассообменного оборудования. Выработка студентами определенных умений, связанных с выполнением расчетов аппаратов и установок тепломассообменного оборудования, осуществлением подбора стандартного оборудования и навыков, связанных с методикой экспериментального изучения процессов тепломассообмена и обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	Теплообменное оборудование предприятий	2	1.Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике	В двухтрубчатом аппарате с двумя секциями изучается теплопередача для прямотока и противотока теплоносителей. Определяются расчетное и экспериментальные значения коэффициента теплопередачи. Процесс контролируется с помощью компьютера	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	Массообменное оборудование предприятий	2	4.Изучение процесса ректификации	На опытной установке исследуется разделение водного раствора этилового спирта в насадочной колонне. Изучается влияние флегмового числа на четкость разделения смеси. Процесс контролируется с помощью компьютера.	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Всего	4			

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы теории теплопереноса	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	Моделирование ХТП	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
3	Теория теплового подобия	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
4	Кожухотрубные теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
5	Трубчатые печи	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
6	Пластинчатые теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
7	Змеевиковые теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
8	Регенеративные теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
9	Спиральные теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
10	Смесительные теплообменные аппараты	4,1	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
11	Выпаривание	4,1	Подготовка к лаборатор-	УК-1.1; УК-1.2; УК-

			ному занятию и зачёту	1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
12	Выпарные тепло- обменные аппара- ты	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
13	Специальные ме- тоды ректифика- ции	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
14	Расчет многоком- понентной ректи- фикации	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
15	Расчет насадочной колонны	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
16	Абсорбция	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
17	Адсорбция	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
18	Сушка	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
19	Кристаллизация	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
20	Мембранные про- цессы	4,1	Подготовка к лаборатор- ному занятию и зачёту	УК-1.1; УК-1.2; УК- 1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Всего			

8.1 Контроль самостоятельной работы

№	Темы, выносимые	Часы	Форма контроля СРС	Индикаторы дости-
---	-----------------	------	--------------------	-------------------

п/п	на самостоятельную работу			жения компетенций
1	Основы теории теплопереноса	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	Моделирование ХТП	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
3	Теория теплового подобия	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
4	Кожухотрубные теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
5	Трубчатые печи	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
6	Пластинчатые теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
7	Змеевиковые теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
8	Регенеративные теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
9	Спиральные теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
10	Смесительные теплообменные аппараты	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
11	Выпаривание	0,7	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; ПК-4.1; ПК-4.2;

				ПК-4.3
12	Выпарные тепло-обменные аппара-ты	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
13	Специальные ме-тоды ректифика-ции	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
14	Расчет многоком-понентной ректи-фикации	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
15	Расчет насадочной колонны	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
16	Абсорбция	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
17	Адсорбция	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
18	Сушка	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
19	Кристаллизация	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
20	Мембранные про-цессы	0,7	Приём отчёта по лабора-торной работе и реферата. Тестирование.Зачёт	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3: ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Всего	14		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины используется рейтинговая система. Она формируется на основании текущего и про-

межуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
<i>Лабораторная работа</i>	<i>2</i>	<i>18</i>	<i>30</i>
<i>Реферат</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Деловая игра</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Тест</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Зачёт</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Информационно-методическое обеспечение

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины **Б1.В.ДВ.02.02 ТМОП** в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

№ п\п	Основные источники информации	Кол-во экз.
1	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии [Электронный ресурс] / Под ред. В.Г. Айнштейна: Учебник в 2 книгах. В.Г.Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов .- М: Бином, 2014.-1758 с. .- Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=518458 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	ЭБС «Znanium» http://znanium.com/bookread2.php?book=518458 . Доступ с любой точки интернета после регистрации с IP-адресов НХТИ.
2	Брюханов, О. Н. Тепломассообмен: Учебник / Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 464 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004803-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1000209 . – Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1000209 . Доступ с любой точки интернета после регистрации с IP-адресов НХТИ.

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

№ п\п	Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1	Гидромеханические и теплообменные процессы : лабораторный практикум / М.Г. Гарипов, Д.Н. Латыпов. – Нижнекамск : НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ», 2016. – 30 с.	40 экз. в б.о. УНИЦ
2	Кудинов, А. А. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 375 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011093-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/512522 . – Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/512522 . Доступ с любой точки интернета после регистрации с IP-адресов НХТИ.
3	Лабораторный практикум по массообменным процессам (учебное пособие) / М.Г. Гарипов, Д.Н. Латыпов СПб: Свое издательство. 2021.-92 с.	40 экз. в б.о. УНИЦ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины рекомендуется использование электронных источников 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)

№ кабинета, название	Перечень основного оборудования в учебных кабинетах	Фактический адрес учебных кабинетов
106 Лаборатория тепломассооб- менных про- цессов	Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: оверхэд-проектор, экран на треноге, ноутбук, компьютеры с доступом к сети «Интернет». Лабораторная установка для испытания различных конструкций теплообменников, лабораторная установка по ректификации. Мебель: доска ученическая, сейф, столы, стулья, скамья. Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского. Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
106 Кабинет для самостоятель- ной работы студентов, групповых и индивидуаль- ных консульта- ций	Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: оверхэд-проектор, экран на треноге, ноутбук, компьютеры с доступом к сети «Интернет». Мебель: доска ученическая, сейф, столы, стулья, скамья. Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского. Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
121 Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии	Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: стенд «исследование гидродинамики зернистых материалов, установка для изучения теплообменного процесса в кожухотрубчатом теплообменнике, установка для определения температуры кипения жидкости, установка для определения констант фильтрования, установка «Теплопередача в теплообменнике « Труба в трубе», установка для изучения гидродинамической структуры потока жидкости., установка для определения режимов работы насадочной колонны, установка для изучения процесса	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

	<p>ректификации, аппарат АРН-2, установка для перемешивания и растворения твердого вещества (перемешивающее устройство ПЭ-8100), экспериментальная установка, установка для исследования массообмена насадочных колонн, макет наружной установки производственного оборудования.</p> <p>Мебель: раковина, доска аудиторная, тумба, шкаф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	
<p>121</p> <p>Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ)</p>	<p>Мебель: раковина, доска аудиторная, тумба, шкаф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	<p>423578,</p> <p>Республика Татарстан,</p> <p>г. Нижнекамск,</p> <p>ул. 30 лет Победы, д. 5А</p>
<p>123</p> <p>Лаборатория гидравлики и гидравлических машин</p>	<p>Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: лабораторный стенд «Гидростатика» (Росучприбор), лабораторный стенд «Гидродинамика» (Росучприбор), лабораторная установка для определения характеристики центробежного насоса, лабораторно - промышленный комплекс «Частотно-регулируемый привод насосной станции».</p> <p>Мебель: доска ученическая, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	<p>423578,</p> <p>Республика Татарстан,</p> <p>г. Нижнекамск,</p> <p>ул. 30 лет Победы, д. 5А</p>

12. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивной форме).

№ п/п	Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
1	Теоретические основы процессов химической технологии	Лекция	Мозговой штурм	0,1
			Студенты-эксперты	0,1
		Лаб. занятие	Дискуссия	0,1
			Мозговой штурм	0,1
2	Гидромеханические процессы	Лекция	Студенты-эксперты	0,1
		Лаб. занятие	Мозговой штурм	0,1
			Студенты-эксперты	0,1
3	Теплообменные процессы	Лекция	Мозговой штурм	0,1
			Студенты-эксперты	0,1

		Лаб. занятие	Дискуссия	0,1
4	Массообменные процессы	Лекция	Студенты-эксперты	0,1
			Мозговой штурм	0,1
			Дискуссия	0,1
			Деловая игра	0,3