

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 предприя-
тий (ТМОП)»

Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль/программа «Системы и средства автоматизации технологических произ-
водств»

Квалификация выпускника- бакалавр

Форма обучения-очно-заочная

Факультет- информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы-«Процессы и аппараты химических тех-
нологий»

Семестр-4

Объём	Часы	ЗЕТ
Лекции	9	0,25
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа (СР)	81	2,25
Контроль СР	36	1,0
Форма аттестации-зачёт с оценкой	-	-
Всего	144	4

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 871 от 31.07.2020) по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» 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

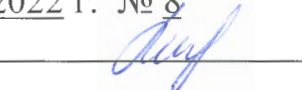


Д.Н. Латыпов

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 пространственных 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 27.03.04 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 27.03.04 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 27.03.04.

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

Компетенция ПК-1- способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, разрабатывать и оформлять рабочую документацию и проект АСУТП.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-1.1- способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, разрабатывать и оформлять рабочую документацию и проект АСУТП;

ПК-1.2- умеет применять методы математического моделирования процессов и объектов автоматизации и управления;

ПК-1.3- владеет навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов в соответствии с использованием выбранных стандартных программных средств.

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 4 ЗЕТ, 144 часа.

№ п / п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы в часах				Оценочные средства для промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабор. работы	КСР	СР	
1	Теплообменные процессы	4	5,25	11	21,6	48,6	Лабораторная работа. Дискуссия. Реферат. Тест.
2	Массообменные процессы	4	3,75	7	14,4	32,4	Лабораторная работа. Дискуссия. Деловая игра. Реферат. Тест.
	Всего		9	18	36	81	
	Форма контроля						Зачёт с оценкой-0 часов

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

№ п/ п	Раз- дел дис- цип- лины	Часы	Тема лекци- онного заня- тия	Краткое содержание	Индика- торы дости- жения компе- тенций
1	Теп- ло- об- мен- ное обо- ру- до- ва- ние пред- при- ятий	0,75	1.Теоретичес- кие основы теплообмен- ных процес- сов химиче- ской техно- логии	Основные понятия теплообмена. Движущая сила теплообмена-градиент температуры.Тепловой поток и теплонапряжённость. Основ- ные тепловые процессы. Урав- нения теплового баланса. Основ- ное уравнение теплопередачи. Способы интенсификации тепло- передачи. Закон молекулярного переноса теплоты Фурье . Диффе- ренциальное уравнение конвек- тивного переноса теплоты Фурье- Кирхгофа. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия Пек- ле, Фурье, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,75	2.Теплоносит- ели, их свойства и характери- стики.	Требования к теплоносителям. Основные теплоносители: пере- гретый и насыщенный водяной пар, вода, воздух, дымовые газы. Их сравнительная характеристика, теплофизические свойства и об- ласть применения. Ориентировоч- ные значения коэффициентов теп- лоотдачи. Рабочие температуры и давления. Рекомендуемые скоро- сти движения основных теплоно- сителей в теплообменных аппара- тах. Высокотемпературные тепло- носители. Рабочие тела холодиль- ных установок-хладоагенты. Хладоносители.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,75	3.Основные виды и клас- сификация теплообмен- ного оборудо- вания.	Теплопередающие и теплоисполь- зующие установки. Классифика- ция теплообменных аппаратов по принципу действия (рекуператив- ные, регенеративные, смеситель- ные). Аппараты периодического и	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

				непрерывного действия. По виду взаимного движения теплоносителей – прямоточные, перекрестноточные, противоточные. Классификация теплоиспользующих установок по назначению: выпарные и кристаллизационные, сушильные, перегонные, ректификационные и абсорбционные.	
		0,75	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 использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов; основные конструкции, принцип действия.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,75	5.Регенеративные теплообменники	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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		0,75	6.Смесительные теплообменники.	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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,75	7.Выпарные, опреснительные и кристаллизационные установки	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 разности температур и ее распределение по ступеням многоступенчатой выпарной установки. Особенности расчета греющих камер. Аппараты погружного горения. Область их применения и основы расчета.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Массообменное оборудование	0,75	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-	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

пред- при- ятий			Шателье. Законы Рауля, Генри, Дальтона. I, II и общий законы Коновалова. Массообменное подобие. Критерии диффузионного подобия Фурье, Пекле, Нуссельта, Прандтля, Грасгофа	
	0,75	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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	0,75	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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		0,75	11.Сушильн ые 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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,75	12.Вспомога тельное обо- рудование теплоисполь- зующих установок.	Основные виды и назначение вспомогательного оборудования. Сепараторы. Центрифуги. Назначение и основные виды конденсатоотводчиков, принцип действия. Выбор конденсатоотводчиков. Оборудование для перемещения газов и жидкостей.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Все- го	9			

*Очно-заочная форма обучения

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 обо-

рудования. 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 теплообмена и обработкой экспериментальных данных.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенций
1	Теплообменное оборудование предприятий	4	1.Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике	В двухтрубчатом аппарате с двумя секциями изучается теплопередача для прямого и противотока теплоносителей. Определяются расчетные и экспериментальные значения коэффициента теплопередачи. Процесс контролируется с помощью компьютера	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		3	2.Исследование теплопередачи в пластинчатом теплообменнике	В пластинчатом теплообменнике изучается теплопередача для прямого и противотока теплоносителей. Определяются расчетные и экспериментальные значения коэффициента теплопередачи. Процесс контролируется с помощью компьютера	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		4	3.Исследование теплопередачи в кожухотрубчатом теплообменнике	В кожухотрубчатом аппарате изучается теплопередача для прямого и противотока теплоносителей. Определяются расчетные и экспериментальные значения коэффициента теплопередачи.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Массообменное оборудование предприятий	4	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.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		3	5. Исследование растворения твёрдого вещества	Экспериментально определяется растворимость таблеток поваренной соли в воде при разных числах оборотов лопастной мешалки. Вычисляются коэффициенты массоотдачи	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Всего	18			

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы теории теплопереноса	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Моделирование ХТП	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
3	Теория теплового подобия	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
4	Кожухотрубные теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
5	Трубчатые печи	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
6	Пластинчатые теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
7	Змеевиковые теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
8	Регенеративные	4,05	Подготовка к лаборатор-	ПК-1.1; ПК-1.2;

	теплообменные аппараты		ному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.3
9	Спиральные теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
10	Смесительные теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
11	Выпаривание	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
12	Выпарные теплообменные аппараты	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
13	Специальные методы ректификации	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
14	Расчет многокомпонентной ректификации	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
15	Расчет насадочной колонны	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
16	Абсорбция	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
17	Адсорбция	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
18	Сушка	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
19	Кристаллизация	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			оценкой	
20	Мембранные процессы	4,05	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Всего	81		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма контроля СРС	Индикаторы достижения компетенций
1	Основы теории теплопереноса	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Моделирование ХТП	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
3	Теория теплового подобия	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
4	Кожухотрубные теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
5	Трубчатые печи	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
6	Пластинчатые теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
7	Змеевиковые теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
8	Регенеративные теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			оценкой	
9	Спиральные теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
10	Смесительные теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
11	Выпаривание	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
12	Выпарные теплообменные аппараты	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
13	Специальные методы ректификации	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
14	Расчет многокомпонентной ректификации	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
15	Расчет насадочной колонны	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
16	Абсорбция	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
17	Адсорбция	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
18	Сушка	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
19	Кристаллизация	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

20	Мембранные процессы	1,8	Приём отчёта по лабораторной работе и реферата. Тестирование. Зачёт с оценкой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Всего	36		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины используется рейтинговая система. Она формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>5</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 с оценкой</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-	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1000209 . До-

	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.	ступ 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 самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций	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 со-	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

	блюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.	
121 Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии	<p>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 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>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
121 Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	<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>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
123 Лаборатория гидравлики и гидравлических машин	<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>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

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