

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.02.01 «Процессы и аппараты химических технологий»
Направление подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах»
Профиль/программа «Системы и средства автоматизации технологических произ-
водств»
Форма обучения-очно-заочная
Квалификация выпускника- бакалавр
Факультет- информационных технологий
Кафедра-разработчик рабочей программы-«Процессы и аппараты химических тех-
нологий»

Объём	Часы	ЗЕТ
Лекции	9	0,11
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,11
Самостоятельная работа (СР)	81	2,28
Контроль СР	36	0,39
Форма аттестации-зачёт с оценкой	-	0.11
Всего	144	4

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

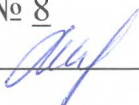


Д.Н. Латыпов

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 «Процессы и аппараты химических технологий» являются:

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

б) обучение методикам расчета 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 нехимических процессов химических технологий;

б) принципы устройства и работы аппаратов и машин для проведения химико-технологических процессов;

в) технологические схемы основных нехимических процессов химических технологий;

г) современные достижения науки и техники в области 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 различных аппаратов.

3) *Владеть*: а) понятийно-терминологическим аппаратом в области химических технологий;

б) способностью проектировать типовые процессы и 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	Лабораторные работы	КСР	СР	
1	Теоретические основы процессов химических технологий	4	3,5	4	12,4	28	Лабораторная работа. Дискуссия. Реферат. Тест.
2	Гидромеханические процессы	4	1	4	9,66	21,84	Лабораторная работа. Дискуссия. Реферат. Тест.
3	Теплообменные процессы	4	1	4	4,14	9,36	Лабораторная работа. Дискуссия. Реферат. Тест.
4	Массообменные процессы	4	3,5	6	9,66	21,84	Лабораторная работа. Дискуссия. Реферат. Тест. Деловая игра.
	Всего		9	18	36	81	

	Форма кон- троля					Зачёт с оцен- кой-0 часов
--	---------------------	--	--	--	--	------------------------------

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

№ п/п	Раздел дис- ципли- ны	Часы	Тема лекцион- ного за- нятия	Краткое содержание	Индика- торы дости- жения компе- тенции
1	Теоре- тиче- ские осно- вы про- цессов хими- ческой техно- логии	0,39	1.Введен- ие	Краткий исторический экскурс. Пред- мет и задачи дисциплины. Классифика- ция основных процессов химической технологии. Значение ПАХТ в решении экономических и экологических про- блем в промышленности. Вклад отече- ственных ученых в науку о ПАХТ. Ста- ционарные и нестационарные процессы. Непрерывные и периодические процес- сы. Режимы движения сред. Классифи- кация сил и напряжений, действующих в жидких средах.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,39	2.Основы теории переноса	Основные понятия: система и окружа- ющая среда, разновидности систем, па- раметры системы. Субстанции. Потoki субстанций. Механизмы переноса суб- станций. Уравнения переноса субстан- ций. Законы сохранения: законы сохране- ния массы, импульса и энергии, их ма- тематическая запись в интегральной и локальной формах. Основные балансо- вые соотношения. Анализ полученных уравнений, частные случаи (уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье-Кирхгофа, Фурье, неразрывности , Фика). Исчерпывающее описание про- цессов переноса, условия однозначно- сти; поля скорости, давления, темпера-	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			туры, концентраций; понятие о пограничных слоях; аналогия переноса.	
	0,39	3. Межфазный перенос субстанций	Уравнения массо- и теплоотдачи. Коэффициенты массо- и теплоотдачи, аналогия этих процессов. Уравнения массо- и теплопередачи, определение соответствующих коэффициентов.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	0,39	4. Моделирование химико-технологических процессов	Математическое моделирование, его основные этапы. Физическое моделирование. Основы теории подобия. Константы и инварианты (симплексы и критерии) подобия. Подобие гидромеханических, тепловых и массообменных процессов. Критериальные уравнения. Проблема масштабного перехода для промышленных аппаратов. Понятие о сопряженном физическом и математическом моделировании. Роль ученых КГТУ.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	0,39	5. Гидродинамическая структура потоков	Характеристики структуры потока: поле локальных скоростей, время пребывания (фактическое и среднее) элементов частиц потока (частиц жидкости) в рабочей зоне (РЗ) аппарата или реактора, функция распределения элементов потока по времени из пребывания в РЗ. Использование трассера (метки). Кривые отклика (выходные кривые). Структура потока в идеальных моделях (идеального вытеснения и идеального смешения). Структура потока в реальных системах. Ячеечная и диффузионная модели.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	0,39	6. Прикладная гидромеханика	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на стенки сосудов (плоские и криволинейные поверхности). Гидродинамика. Классификация жидкостей. Виды движения жидкости. Поток жидкости и его геометрические элементы и гидравлические параметры. Уравнение Бернулли для потока идеальной и вязкой жидкости. Гидравлическое сопротивление аппаратов и трубопроводов. Сопротивление круглых трубопро-	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

				<p>водов по длине. Формулы Пуазейля и Дарси-Вейсбаха. График Никурадзе. Движение жидкости в некруглых трубах. Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых и сложных трубопроводов. Определение оптимального диаметра трубопровода. Особенности течения газа.</p>	
		0,39	7.Основы динамики двухфазных потоков.	<p>Система жидкость (газ) – твердое тело. Течение жидкости через неподвижные зернистые слои и пористые перегородки. Режимы взаимодействия жидкости с зернистым слоем. Сопротивление неподвижного зернистого слоя. Гидродинамика псевдооживленного слоя. Расчет скорости псевдооживления, витания (осаждения) и уноса. Гидро- и пневмотранспорт. Элементы гидродинамики систем газ (пар) – жидкость, жидкость – жидкость. Пленочное течение жидкости, барботаж, движение капель жидкости в сплошной среде.</p>	<p>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3</p>
		0,39	8.Транспортирование жидкостей	<p>Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть. Формулы пропорциональности. Универсальная характеристика центробежного насоса. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика. Объемные насосы. Устройство, принцип действия и производительность поршневых насосов.</p>	<p>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3</p>
		0,39	9.Сжатие и перемещение газов	<p>Классификация машин для сжатия и перемещения газов. Поршневые компрессоры. Объемный КПД и коэффициент подачи. Процессы сжатия газа. Мощность компрессора. Многоступенчатое сжатие газа. Сравнение и области применения компрессоров различных типов.</p>	<p>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3</p>

		0,39	10.Перемешивание в жидких средах	Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Конструкции мешалок. Расход энергии на перемешивание. Расчет мешалок.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Гидро-механические процессы	0,39	11.Разделение неоднородных систем	<p>Характеристика неоднородных систем и способов их образования и разделения. Основные способы разделения неоднородных систем и их экологическое значение.</p> <p>Гравитационное осаждение. Скорость осаждения. Конструкции отстойников и их расчет.</p> <p>Центробежное осаждение. Осадительное центрифугирование и циклонный процесс. Фактор разделения. Классификация центрифуг. Конструкции осадительных центрифуг и циклонов и их расчет.</p> <p>Фильтрование суспензий под действием перепада давлений. Режимы и виды фильтрования. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Основное дифференциальное уравнение фильтрования. Стадии фильтрования. Фильтровальные перегородки. Классификация и конструкции фильтров и их расчет.</p> <p>Фильтрование в центробежном поле (фильтровальное центрифугирование). Конструкции фильтрующих центрифуг и их расчет.</p> <p>Электроосаждение газовзвесей. Конструкции электроосадителей (трубчатый и пластинчатый).</p> <p>Мокрый способ газоочистки (мокрое пылеулавливание). Конструкции мокрых пылеуловителей (тарельчатый, насадочный и т.д.). Выбор аппарата для разделения неоднородных систем.</p>	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Теплообменные процессы	0,39	12.Теоретические основы теплообменных процессов	Основные тепловые процессы и температурные схемы. Тепловой баланс. Кондуктивный теплообмен в плоской и цилиндрической стенке. Конвективный теплообмен в плоском пограничном слое и трубах при ламинарном и турбу-	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			сов.	лентном режимах течения. Теплообмен с телами сложной формы. Теплообмен при изменении теплофизических характеристик теплоносителя и его фазового состояния. Теплообмен при непосредственном контакте теплоносителей. Радиационно-конвективная теплоотдача. Оптимизация и интенсификация теплообмена.	
		0,39	13.Теплоносители.	Греющие теплоносители. Нагревание водяным паром и парами органических теплоносителей. Нагревание водой, органическими, ионными и жидкометаллическими теплоносителями. Нагревание топочными газами и электрическим током. Охлаждающие теплоносители. Охлаждение водой и воздухом. Охлаждение льдом, испарением низкокипящих жидкостей и хладагентами.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,39	14.Теплообменная аппаратура.	Теплообменная аппаратура. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции рекуперативных теплообменников (кожухотрубных, двухтрубчатых и т.д.). Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников. Методика расчета теплообменника.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,39	15.Выпаривание.	Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Массообменные процессы.	0,39	16.Теоретические основы массообменных процессов. Фазовое	Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий. Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло- и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

		равнове- сие.	Классификация и основы расчета мас- сообменных аппаратов. Технологи- ческий расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мерффи, аналитиче- ский и графический способы определе- ния числа тарелок. Фазовое равновесие.	
0,39	17. Перего- нка	Общие сведения. Равновесие в системе пар – жидкость, закон Рауля. Простая перегонка, перегонка с дефлегмацией, схемы установок. Ректификация. Схемы установок непрерывной и периоди- ческой ректификации. Непрерывная би- нарная ректификация: материальный баланс, допущения, рабочие линии, ми- нимальное и оптимальное флегмовые числа, тепловой баланс. Особенности периодической ректификации. Ректи- фикация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректифи- кация. Схемы установок. Конструкции ректификационных колонн.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	
0,39	18. Аб- сорбция.	Общие сведения, схема установки. Рав- новесие при абсорбции, закон Генри. Прямоток и противоток: уравнение ра- бочих линий, минимальный и опти- мальный расход абсорбента. Конструк- ции абсорберов.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	
0,39	19. Экс- тракция	Общие сведения. Схема установки, рав- новесие в системе жидкость – жидкость. Одноступенчатая экстракция, матери- альный баланс, рабочая линия. Много- ступенчатая перекрестная и противо- точная непрерывная экстракция. Кон- струкции жидкостных экстракторов. Экстрагирование в системе твердое тело – жидкость, кинетика процесса, аппара- турное оформление.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	
0,39	20. Суш- ка.	Общие сведения, виды сушки. Пара- метры влажного воздуха, диаграмма со- стояния, изображение процессов. Рав- новесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3	

				балансы, линия реальной сушки. Кинетика процесса. Классификация и конструкции сушилок.	
		0,39	21.Адсорбция.	Общие сведения. Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии процесса адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионобмен.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,39	22. Кристаллизация.	Общие сведения. Равновесие в системе кристалл – раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
		0,39	23. Мембранные процессы.	Общие сведения. Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
	Всего	9			

6. Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – усвоение и закрепление лекционного материала, касающегося гидромеханических закономерностей однородной жидкости и системы жидкость-твердое тело, определения коэффициентов тепло- и массоотдачи в различных технологических процессах; выработка студентами умений проводить экспериментальные исследования гидромеханических, тепло- и массообменных процессов и обрабатывать результаты экспериментальных исследований.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции

1	Теоретические основы процессов химической технологии	4	1.Определение режима течения воды в цилиндрической трубе	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	Гидромеханические процессы	4	2. Перемешивание в жидкой среде	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
3	Теплообменные процессы	4	3. Исследование теплопередачи в двухтрубчатом теплообменнике	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
4	Массообменные процессы	6	4. Изучение процесса ректификации	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Всего	18		

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы теории переноса субстанции	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
2	Межфазный перенос субстанций	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
3	Моделирование ХТП	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
4	Гидродинамическая структура потока	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
5	Гидростатика	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
6	Расчет простых и сложных трубопроводов	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
7	Основы гидродинамики двухфазных потоков	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
8	Компрессорные машины	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
9	Насосы	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			ному занятию и зачёту	ПК-1.3
10	Гравитационное осаждение	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
11	Центробежное осаждение	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
12	Электрическое осаждение	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
13	Фильтрация	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
14	Псевдоожижение	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
15	Перемешивание в жидкой среде	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
16	Мокрое пылеулавливание	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
17	Сложный теплообмен	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
18	Выпаривание	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
19	Теплообменная аппаратура	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
20	Обычная ректификация	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
21	Специальные методы ректификации	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
22	Адсорбция	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
23	Абсорбция	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
24	Кристаллизация	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
25	Сушка	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
26	Мембранные процессы	3,12	Подготовка к лабораторному занятию и зачёту	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 СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основы теории переноса субстанции	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта.	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

			Тестирование	
2	Межфазный перенос субстанций	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
3	Моделирование ХТП	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
4	Гидродинамическая структура потока	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
5	Гидростатика	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
6	Расчет простых и сложных трубопрово- дов	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
7	Основы гидродинами- ки двухфазных пото- ков	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
8	Компрессорные ма- шины	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
9	Насосы	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
10	Гравитационное оса- ждение	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
11	Центробежное оса- ждение		Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
12	Электрическое оса- ждение	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
13	Фильтрование	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
14	Псевдоожижение	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
15	Перемешивание в жидкой среде	1,38	Приём лабораторных ра- бот, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3

16	Мокрое пылеулавливание	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
17	Сложный теплообмен	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
18	Выпаривание	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
19	Теплообменная аппаратура		Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
20	Обычная ректификация	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
21	Специальные методы ректификации	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
22	Адсорбция	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
23	Абсорбция	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
24	Кристаллизация	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
25	Сушка	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-1.3
26	Мембранные процессы	1,38	Приём лабораторных работ, реферата и зачёта. Тестирование	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.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
---------------------------	---------------	--------------------	--------------------

<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</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.02.01«Процессы и аппараты химических технологий»** 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:

№	Дополнительные источники ин-	Количество экземпляров
----------	-------------------------------------	-------------------------------

п\п	формации	
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 ректификации, аппарат АРН-2, установка для переме-	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

	<p>шивания 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