

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



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

05 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

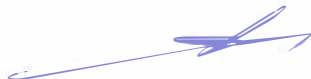
По дисциплине	Б1.В.04 Основные процессы и аппараты химических технологий
Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Профиль/программа	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная / очно-заочная
Факультет	механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	Процессов и аппаратов химических технологий
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр/4 курс, 7 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18/9	0,5/0,25
Практические занятия	18/9	0,5/0,25
Лабораторные занятия	18/9	0,5/0,25
Контроль самостоятельной работы	36/36	1,0/1,0
Самостоятельная работа	27/54	0,75/1,5
Форма аттестации (часы на контроль)	Экз, 27/27	0,75/0,75
Всего	144	4,0

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 923 от 07.08.2020) по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, на основании учебного плана 2022 года набора обучающихся.

Разработчик программы:
доцент кафедры ПАХТ



Д.Н.Латыпов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол от 06.04.2022 г. № 7

Зав. кафедрой



Д.Н.Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей подготовку основной образовательной программы от 12.04.2022 г. №8

Зав. кафедрой



И.Н.Мадышев

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий» (ОПАХТ) являются формирование знаний:

- об основных понятиях и определениях дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий» (терминология дисциплины);
- о физической сущности, назначении и областях применения основных процессов химической технологии;
- об общих закономерностях протекания гидромеханических, тепловых и массообменных, механических процессов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основные процессы и аппараты химических технологий» относится к базовой части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологической, экспериментально-исследовательской и расчетно-проектной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б1.О.12 Математика;
- Б1.О.13 Физика;
- Б1.О.18 Инженерная и компьютерная графика;
- Б1.О.28 Механика жидкости и газа.

Дисциплина «Основные процессы и аппараты химических технологий» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Б1.О.32 Интенсификация тепломассообменных процессов;
- Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий» могут быть использованы при прохождении практик (производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

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

ПК-4 - Способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии

ПК-4.1. Знает методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений

ПК-4.2. Умеет разрабатывать методические и нормативные материалы,

техническую документацию на новую технику и передовую технологию

ПК-4.3. Владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

а) теоретические основы процессов химической технологии, законы, их описывающие; физическую сущность процессов, схемы установок; конструкции распространенных и перспективных аппаратов и принципы их работы; методики расчета процессов и аппаратов, в том числе, с применением компьютеров;

б) принципы моделирования и масштабного перехода, правильного выбора аппаратов и машин по справочникам и каталогам и способы их интенсификации;

в) современные достижения науки и техники в области химической технологии;

г) современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;

д) методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ.

уметь:

1) правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач обоснованного выбора:

а) схемы проведения процессов;

б) конструкции аппаратов для проведения определенных процессов;

в) параметров рабочих режимов аппаратов и машин;

2) самостоятельно проводить расчеты аппаратов;

3) самостоятельно работать на исследовательских лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, получать эмпирические зависимости, анализировать расчетные методики;

4) решать задачи по различным разделам дисциплины ОПАХТ и составлять тепловой и материальный баланс различных аппаратов;

5) определять физико-химические и теплофизические величины по таблицам и номограммам;

6) проектировать типовые процессы и аппараты, пользоваться технической аппаратурой и ГОСТами, нормами, выполнять техническую документацию в соответствии с ЕСКД;

7) проектировать новые технологические схемы;

8) анализировать и оценивать альтернативные варианты технологической схемы и отдельных узлов;

9) моделировать и оптимизировать производственные установки и технологические схемы;

10) рассчитывать экономическую эффективность технологических процессов.

4. Структура и содержание дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4_зачетные единицы, 144 часа.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практич еские занятия	Лаборато рные работы	КСР	СРС	
1	Теоретические основы процессов химической технологии	6/ 7	2/1	2/1	2/1	4/4	3/6	Отчет по лабораторным работам, расчетная работа, экзаменационные билеты
2	Гидромеханичес кие процессы и аппараты		4/2	4/2	4/2	8/8	6/12	
3	Тепловые процессы и аппараты		6/3	6/3	6/3	12/12	9/18	
4	Массообменные процессы и аппараты		6/3	6/3	6/3	12/12	9/18	
ИТОГО			18/9	18/9	18/9	36/36	27/54	
Форма аттестации					экз,27/экз, 27			

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 компетенции
1	Теоретические основы процессов химической технологии	2/1	Теоретические основы процессов в химической технологии	<p>Основные понятия: система и окружающая среда, разновидности систем, параметры системы. Субстанции. Поток субстанции. Механизмы переноса субстанции. Уравнения переноса субстанции.</p> <p>Законы сохранения: законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах.</p> <p>Уравнения массо- и теплоотдачи. Коэффициенты массо- и теплоотдачи, аналогия этих процессов.</p> <p>Уравнения массо- и теплопередачи, определение соответствующих коэффициентов.</p> <p>Математическое моделирование, его основные этапы. Физическое моделирование. Основы теории подобия. Константы и инварианты (симплексы и критерии) подобия. Подобие гидромеханических, тепловых и массообменных процессов.</p>	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

				Критериальные уравнения. Структура потока в идеальных моделях (идеального вытеснения и идеального смешения). Структура потока в реальных системах. Ячеечная и диффузионная модели.	
2	Гидромеханические процессы и аппараты	4/2	Гидромеханические процессы и аппараты	<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.</p> <p>Конструкции осадительных центрифуг и циклонов и их расчет.</p> <p>Фильтрация суспензий под действием перепада давлений. Режимы и виды фильтрации.</p> <p>Сжимаемые и несжимаемые осадки. Основное дифференциальное уравнение фильтрации. Стадии фильтрации. Фильтровальные перегородки.</p> <p>Классификация и конструкции фильтров и их расчет.</p> <p>Фильтрация 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.).</p> <p>Выбор аппарата для разделения неоднородных систем.</p>	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Тепловые процессы и аппараты	6/3	Тепловые процессы и аппараты	<p>Греющие теплоносители. Нагревание водяным паром и парами органических теплоносителей.</p> <p>Нагревание водой, органическими, ионными и жидкометаллическими теплоносителями.</p> <p>Нагревание топочными газами и электрическим током. Охлаждающие теплоносители. Охлаждение водой и воздухом. Охлаждение льдом, испарением низкокипящих жидкостей и хладагентами.</p> <p>Теплообменная аппаратура. Классификация теплообменных аппаратов. Конструкции рекуперативных теплообменников (кожухотрубных, двухтрубчатых и т.д.). Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников. Методика расчета теплообменника.</p> <p>Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок.</p> <p>Материальный и тепловой балансы выпарной установки. Температурные потери. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки.</p>	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Массообменные процессы	6/3	Массообмен	<p>Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий.</p> <p>Модификации уравнений массопередачи: основное</p>	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

	и аппараты			уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло- и массообмена. Упрощенные модели массоотдачи. Классификация и основы расчета массообменных аппаратов. Технологический расчет аппаратов с непрерывным контактом фаз, теоретические тарелки, эффективность по Мерффри, аналитический и графический способы определения числа тарелок.	
			Абсорбция	Общие сведения, схема установки. Равновесие при абсорбции, закон Генри. Прямоток и противоток: уравнение рабочих линий, минимальный и оптимальный расход абсорбента. Конструкции абсорберов.	
			Перегонка	Общие сведения. Равновесие в системе пар – жидкость, закон Рауля. Простая перегонка, перегонка с дефлегмацией, схемы установок. Ректификация. Схемы установок непрерывной и периодической ректификации. Непрерывная бинарная ректификация: материальный баланс, допущения, рабочие линии, минимальное и оптимальное флегмовые числа, тепловой баланс. Особенности периодической ректификации. Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Схемы установок. Конструкции ректификационных колонн.	
			Экстракция	Общие сведения. Схема установки, равновесие в системе жидкость – жидкость. Одноступенчатая экстракция, материальный баланс, рабочая линия. Многоступенчатая перекрестная и противоточная непрерывная экстракция. Конструкции жидкостных экстракторов. Экстрагирование в системе твердое тело – жидкость, кинетика процесса, аппаратное оформление.	
			Сушка	Общие сведения, виды сушки. Параметры влажного воздуха, диаграмма состояния, изображение процессов. Равновесие при сушке, формы связи влаги с материалом. Материальный и тепловой балансы, линия реальной сушки. Кинетика процесса. Классификация и конструкции сушилок.	
			Адсорбция	Общие сведения. Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии процесса адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионобмен	
			Кристаллизация	Общие сведения. Равновесие в системе кристалл – раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	
			Мембранные процессы	Общие сведения. Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	

6. Содержание практических занятий

Цель практических занятий - закрепление теоретических знаний, приобретение навыков расчета процессов и аппаратов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы процессов химической технологии	2/1	Теоретические основы процессов химической технологии	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Гидромеханические процессы и аппараты	4/2	Гидромеханические процессы и аппараты	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Тепловые процессы и аппараты	6/3	Тепловые процессы и аппараты	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Массообменные процессы и аппараты	6/3	Массообменные процессы и аппараты	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных работ - закрепление теоретических знаний, приобретение исследовательских навыков.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Теоретические основы процессов химической технологии	2/1	Определение гидростатического давления	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Гидромеханические процессы и аппараты	4/2	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
			Опытная демонстрация уравнения Бернулли	
			Определение потерь напора в прямой трубе по длине трубопровода	
3	Тепловые процессы и аппараты	6/3	Исследование процесса теплопередачи	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Массообменные процессы и аппараты	6/3	Ректификация	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

Все лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Подготовка к сдаче отчетов по лабораторным работам	5/10	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Выполнение расчетной работы	6/12	Работа с литературой. Выполнение расчетов.	ПК-4.1, ПК-4.2,

			Оформление пояснительной записки.	ПК-4.3
3	Краткий исторический экскурс(история дисциплины ПАХТ). Значение ПАХТ в решении экономических и экологических проблем в промышленности.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	График Никурадзе. Движение жидкости в круглых трубах. Особенности течения газа.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Гидро- и пневмотранспорт.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Рабочая формула напора.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Сравнение и области применения компрессоров различных типов.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Расход энергии на перемешивание. Расчет мешалок.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
9	Расчет фильтрующих центрифуг.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
10	Теплообмен с телами сложной формы.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
11	Радиационно-конвективная теплоотдача.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
12	Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
13	Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной выпарной установки.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
14	Перегонка с дефлегмацией. Особенности периодической ректификации.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
15	Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость, кинетика процесса, аппаратное оформление.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
16	Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии процесса адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионнообмен.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
17	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
18	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции	1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2,

	мембранных аппаратов.			ПК-4.3
19	Подготовка к экзамену.	27/27	Углубленное изучение теоретического материала.	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Подготовка к сдаче отчетов по лабораторным работам	2/2	прием лабораторных работ и проверка отчетов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Выполнение расчетной работы	2/2	проверка типового расчета	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Краткий исторический экскурс(история дисциплины ПАХТ). Значение ПАХТ в решении экономических и экологических проблем в промышленности.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	График Никурадзе. Движение жидкости в круглых трубах. Особенности течения газа.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Гидро- и пневмотранспорт.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Рабочая формула напора.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Сравнение и области применения компрессоров различных типов.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Расход энергии на перемешивание. Расчет мешалок.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
9	Расчет фильтрующих центрифуг.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
10	Теплообмен с телами сложной формы.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
11	Радиационно-конвективная теплоотдача.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
12	Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
13	Классификация и конструкции выпарных аппаратов. Схемы многокорпусных выпарных установок. Способы распределения полезной разности температур по корпусам. Методика расчета многокорпусной	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

	выпарной установки.			
14	Перегонка с дефлегмацией. Особенности периодической ректификации.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
15	Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость, кинетика процесса, аппаратурное оформление.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
16	Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса, схемы и стадии процесса адсорбции. Классификация и конструкции адсорберов. Ионообмен.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
17	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
18	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	2/2	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

Рейтинговая системы оценки знаний обучающихся производится на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011г.).

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение и сдача отчета по шести лабораторным работам, выполнить расчетную работу по индивидуальному заданию, сдать экзамен.

За девять контрольных точек студент может получить максимальное количество баллов – 48 (8 баллов – выполнение и защита одной лабораторной работы.). За выполнение индивидуального расчётного задания максимальное количество баллов – 12. В результате максимальный текущий рейтинг составит 60 баллов.

Пределы изменения баллов:

- за лабораторные работы и расчетное задание - $36 \div 60$;
- за экзамен - $24 \div 40$.

Таким образом, если студент получает баллы $60 \div 100$, учебный план по ПАХТ считается выполненным.

Пересчет рейтинга в 4-балльную шкалу оценки:

- $0 < 60$ – неудовлетворительно;
- $60 \div 72$ – удовлетворительно;
- $73 \div 86$ - хорошо;
- $87 \div 100$ - отлично.

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Основные процессы и аппараты химических технологий» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

п\п	Основные источники информации	Кол-во экз.
1	Гриценко В.В. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения направления 151000.62 «Технологические машины и оборудование» / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2014. – 208 с. .- Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=518458 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2	Общий курс процессов и аппаратов химической технологии / 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»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

п\п	Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1	Гарипов М.Г. Лабораторный практикум по массообменным процессам: учебное пособие /М.Г. Гарипов, Д.Н. Латыпов-Санкт - Петербург: Свое издательство, 2021. – 92 с.	5
2	Д.Н. Латыпов. Лабораторный практикум по механике жидкости и газа: учебное пособие / Д.Н. Латыпов, М.Г. Гарипов. – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2019. - 104 с.	5
3	Кудинов А.А.Тепломассообмен:учеб.пособие / А.А. Кудинов.- М.: Инфра - М, 2012.- 375 с. .- Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=511218 ,по паролю.- ЭБС «Znanium»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

10.3 Электронные источники информации

Адрес Интернет-ресурса	Наименование Интернет-ресурса
Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/	Электронные образовательные ресурсы и сервисы для всех уровней и ступеней образования. Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/	Российское образование: единое окно доступа к образовательным ресурсам, свободный безлимитный доступ.
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. Аудитория 106- В «Лаборатория тепломассообменных процессов»:

- Лабораторная установка для испытания различных конструкций теплообменников.
- Лабораторная установка по ректификации.
- Виртуальные лабораторные работы по гидравлике.
- Оверхэд-проектор.
- Экран на треноге.
- Ноутбук hp500: Centrino Pentium M 740 (1730/533/2048) i915GM.512Mb
- Компьютер АВАКУS iH67 / 13-2100 / 2x4Gb / 500Gb / DVD / CR / K / M / 450W / E2343F2 / W7Stx - 11шт.
- Компьютер(ы) с выходом в «Интернет».
- Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского.

2. Аудитория 123- В «Лаборатория гидравлики и гидравлических машин»:

- Лабораторный стенд «Гидростатика».
- Лабораторный стенд «Гидродинамика» с входящими в него 4 исследуемыми модулями: «Потери напора по длине в круглой трубе»; «Потери напора на внезапном расширении»; «Диаграмма Бернулли»; «Режимы течения».
- Лабораторная установка для определения характеристики центробежного насоса:
- Лабораторно - промышленный комплекс «Частотно-регулируемый привод насосной станции»

3. Аудитория 121- В «Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии»:

- Стенд «исследование гидродинамики зернистых материалов».
- Установка для изучения теплообменного процесса в кожухотрубчатом теплообменнике.
- Установка для определения режимов работы насадочной колонны.
- Установка для изучения процесса ректификации (разделение бинарной смеси этиловый спирт – вода).
- Аппарат АРН-2.
- Перемешивающее устройство ПЭ-8100.

13. Образовательные технологии

Количество занятий проводимых в интерактивных формах- 8 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;

- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция).