

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

И.И. Никифорова

«12» \_\_\_\_\_ 2021г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине	Б1.В.04 Основные процессы и аппараты 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 / заочная
Факультет	механический
Кафедра-разработчик рабочей программы	Процессов и аппаратов химических технологий
Курс, семестр	3 курс, 6 семестр/4 курс, 7 семестр/ 3 курс, 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18/9/4	0,5/0,25/0,11
Практические занятия	9/9/6	0,25/0,25/0,17
Лабораторные занятия	18/9/4	0,5/0,25/0,11
Контроль самостоятельной работы	36/36/12	1,0/1,0/0,33
Самостоятельная работа	27/45/109	0,75/1,25/3,03
Форма аттестации (часы на контроль)	36/36/9	1,0/1,080,25
Всего	144	4,0

Нижнекамск, 2021 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 2020 года набора обучающихся.

Разработчик программы:  
доцент кафедры ПАХТ



(подпись)

Д.Н.Латыпов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_ПАХТ, протокол от 16 02 2021г. № 5

Зав. кафедрой



(подпись)

Д.Н.Латыпов

### **СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей подготовку основной образовательной программы от 10 03 2021г. № 7

Зав. кафедрой



(подпись)

И.А.Сабанаев

#### ***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/ 6	2/1/0,5	1/1/0,5	2/1/0,5	4/4/3	3/5/9	Отчет по лабораторным работам, расчетная работа, экзаменационные билеты
2	Гидромеханичес кие процессы и аппараты		4/2/0,5	2/2/0,5	4/2/0,5	8/8/3	6/10/10	
3	Тепловые процессы и аппараты		6/3/1	3/3/2	6/3/1	12/12/3	9/15/45	
4	Массообменные процессы и аппараты		6/3/2	3/3/3	6/3/2	12/12/3	9/15/45	
ИТОГО			18/9/4	9/9/6	18/9/4	36/36/12	27/45/ 109	
Форма аттестации					экз,36/экз, 36/экз, 9			

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

№ п/п	Раздел дисципли ны	Часы	Тема лекционн ого занятия	Краткое содержание	Индика торы достиж ения компет енции
1	Теоретиче ские основы процессов химическо й технологии	2/1/0,5	Теоретич е-ские основы процессо в химическ ой технолог ии	Основные понятия: система и окружающая среда, разновидности систем, параметры системы. Субстанции. Поток субстанций. Механизмы переноса субстанций. Уравнения переноса субстанций. Законы сохранения: законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах. Уравнения массо- и теплоотдачи. Коэффициенты массо- и теплоотдачи, аналогия этих процессов. Уравнения массо- и теплопередачи, определение соответствующих коэффициентов. 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. Структура потока в идеальных моделях (идеального вытеснения и идеального смешения). Структура	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

				потока в реальных системах. Ячеечная и диффузионная модели.	
2	Гидромеханические процессы и аппараты	4/2/0,5	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	6/3/1	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 смешивательных 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 и аппараты	6/3/2	Массообмен	<p>Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий.</p> <p>Модификации уравнений массопередачи: основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло- и массообмена.</p>	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

			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. Ионнообмен	
		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	1/1/0,5	Теоретические основы процессов химической технологии	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Гидромеханические процессы и аппараты	2/2/0,5	Гидромеханические процессы и аппараты	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Тепловые процессы и аппараты	3/3/2	Тепловые процессы и аппараты	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Массообменные процессы и аппараты	3/3/3	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	2/1/0,5	Определение гидростатического давления	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Гидромеханические процессы и аппараты	4/2/0,5	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	6/3/1	Исследование процесса теплопередачи	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	Массообменные процессы и аппараты	6/3/2	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	5/8/27	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Выполнение расчетной работы	6/21/50	Работа с литературой. Выполнение расчетов. Оформление пояснительной записки.	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
3	Краткий исторический экскурс(история дисциплины ПАХТ). Значение ПАХТ в	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2,



	решении экономических и экологических проблем в промышленности.			ПК-4.3
4	График Никурадзе. Движение жидкости в круглых трубах. Особенности течения газа.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Гидро- и пневмотранспорт.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Рабочая формула напора.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Сравнение и области применения компрессоров различных типов.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Расход энергии на перемешивание. Расчет мешалок.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
9	Расчет фильтрующих центрифуг.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
10	Теплообмен с телами сложной формы.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
11	Радиационно-конвективная теплоотдача.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
12	Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников.	1/1/2	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.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
14	Перегонка с дефлегмацией. Особенности периодической ректификации.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
15	Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость, кинетика процесса, аппаратное оформление.	1/1/2	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. Ионообмен.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
17	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
18	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	1/1/2	Самостоятельное изучение	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
19	Подготовка к экзамену.	36/36/9	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	2/2/2	прием лабораторных работ и проверка отчетов	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
2	Выполнение расчетной работы	2/2/3	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.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
4	График Никурадзе. Движение жидкости в круглых трубах. Особенности течения газа.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
5	Гидро- и пневмотранспорт.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
6	Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Рабочая формула напора.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
7	Сравнение и области применения компрессоров различных типов.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
8	Расход энергии на перемешивание. Расчет мешалок.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
9	Расчет фильтрующих центрифуг.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
10	Теплообмен с телами сложной формы.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
11	Радиационно-конвективная теплоотдача.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
12	Конструкции смесительных и регенеративных теплообменников.	2/2/0,5	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 выпарной установки.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
14	Перегонка с дефлегмацией. Особенности периодической ректификации.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3

15	Экстрагирование в системе твердое тело-жидкость, кинетика процесса, аппаратное оформление.	2/2/0,5	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. Ионнообмен.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
17	Равновесие в системе кристалл-раствор. Кинетика процесса. Конструкции кристаллизаторов.	2/2/0,5	собеседование	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3
18	Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.	2/2/0,5	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: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=518458">http://znanium.com/bookread2.php?book=518458</a> , 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: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=518458">http://znanium.com/bookread2.php?book=518458</a> , 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: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=511218">http://znanium.com/bookread2.php?book=511218</a> ,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» <a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов <a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>	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» <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	Российское образование: единое окно доступа к образовательным ресурсам, свободный безлимитный доступ.
<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	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 iN67 / 13-2100 / 2x4Gb / 500Gb / DVD / CR / К / М / 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).