

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

« 14 » апреля 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.05 Проектирование современного технологического обо-  
рудования химических и нефтехимических производств

Направление подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
 (шифр) (наименование)

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 МАХП

Курс, семестр IV, 8, IV, 8 V, 9

Форма обучения	очная		очно-заочная		заочная	
	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ
Лекции	18	0,5	18	0,5	4	0,111
Практические заня- тия	18	0,5	9	0,25	8	0,222
Лабораторные заня- тия	18	0,5	9	0,25	6	0,167
СР	45	1,25	72	2	149	4,139
КСР	36	1	45	1,25	4	0,111
Форма аттестации (экзамен)	45	1,25	27	0,75	9	0,25
Всего	180	5	180	5	180	5

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  
(номер, дата утверждения) (шифр)

ресурсосберегающие процессы в химической технологии, биотехнологии  
(наименование направления)  
и нефтехимии»

на основании учебного плана набора обучающихся 2020 года.

Разработчик программы:


доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.А. Сабанаев  
(Ф.И.О.)

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств» являются

1. освоение методов и приемов эффективной и безопасной эксплуатации, ремонта и обслуживания аппаратов и установок в изучаемых отраслях промышленности;
2. выявление и усвоение направлений и методов их модернизации, оптимизации режимов работы, особенностей автоматизации и управления технологическим процессом.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств» относится к *вариативной* части ООП 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.

Для успешного освоения дисциплины «Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств» *бакалавр по* направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств,
- б) Б1.О.32 Интенсификация теплообменных процессов.

Дисциплина «Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) *производственной практики,*
- б) *преддипломной практики.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

ПК-6.1 знает правила разработки и оформления проектной документации, спецификаций оборудования

ПК-6.2 умеет оформлять пояснительную записку по принятым в проекте техническим решениям цеха, ведомости и спецификацию оборудования

ПК-6.3 владеет навыками оформления ведомостей и спецификации оборудования, пояснительной записки по выполненному проекту цеха

***В результате освоения дисциплины обучающийся должен***

1) Знать:

а) правила разработки и оформления проектной документации, спецификаций оборудования.

2) Уметь:

а) оформлять пояснительную записку по принятым в проекте техническим решениям цеха, ведомости и спецификацию оборудования.

3) Владеть:

а) навыками оформления ведомостей и спецификации оборудования, пояснительной записки по выполненному проекту цеха

**4. Структура и содержание дисциплины дисциплины «Перспективное высокоэффективное тепломассообменное оборудование в химической технологии»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Прак- тиче- ские заня- тия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	8/8/9	2/2/0,5	—/—/—	—/—/—	4/5/0,5	5/8/24	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
2	Оборудование для тепловых процессов	8/8/9	2/2/1	6/3/3	6/3/2	4/5/1	5/8/25	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	8/8/9	2/2/1	6/3/3	6/3/2	4/5/1	5/8/25	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
4	Химические реакторы	8/8/9	4/4/0,5	—/—/—	—/—/—	8/10/0,5	10/16/ 25	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	8/8/9	4/4/0,5	—/—/—	—/—/—	8/10/0,5	10/16/ 25	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	8/8/9	4/4/0,5	6/3/2	6/3/2	8/10/0,5	10/16/ 25	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад
<b>ИТОГО</b>			18/18/4	18/9/8	18/9/6	36/45/4	45/72/ 149	
Форма аттестации					Очная форма: экзамен (45); Очно-заочная форма: экзамен (27) Заочная форма: экзамен (9)			

## 5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очная/очно-заочная	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Назначение и классификация оборудования	2/2/0,5	Введение. Назначение и классификация оборудования	Предмет и задачи изучения дисциплины. Назначение и классификация применяемого оборудования, машин и аппаратов для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к технологическому оборудованию и машинам.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Оборудование для тепловых процессов	2/2/1	2.1. Конструкции теплообменников  2.2. Конструкции узлов теплообменников	2.1. Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к теплообменникам. Движущая сила процесса теплообмена. Уравнение теплопередачи. Устройство, назначение элементов, маркировка кожухотрубчатых теплообменников. Теплообменники жесткой конструкции с неподвижными трубными решетками. Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках: причины появления; методы компенсации. Теплообменники полужесткой конструкции с компенсатором в корпусе; с гибкой мембраной в трубной решетке; с изогнутыми (витыми) трубками. Теплообменники нежесткой конструкции с U-образными трубками; с плавающей головкой; с сальниковым уплотнением плавающей головки; с внутренним компенсатором на плавающей головке; с двойными трубками Фильда. 2.2. Конструктивное исполнение основных узлов теплообменников: труб, кожуха, трубных решеток. Различные способы размещения труб на трубной решетке. Методы соединения труб с решеткой, их области применения сравнительные показатели. Назначение и виды перегородок на трубном и межтрубном пространствах теплообменников. Одно- и многоходовые теплообменники. Методы и принципы интенсификации теплообмена в трубах. Оребренные, обжатые, витые трубы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

			2.3. Специальные виды теплообменников	<p>Трубы с внутренним турбулизаторами.</p> <p>2.3. Специальные виды теплообменников: блочные, погружные, пленочные, регенеративные. Теплообменники с плоской поверхностью теплообмена: пластинчатые, спиральные, пластинчато-ребристые и др. Тепловые трубки. Сравнительные показатели, область применения различных видов теплообменных аппаратов.</p>	
3	Оборудование для проведения массообменных процессов	2/2/1	<p>3.1. Основные массообменные процессы</p> <p>3.2. Насадочные колонны</p> <p>3.3. Тарельчатые колонны</p>	<p>3.1. Место и роль процессов массообмена в химических и нефтехимических производствах. Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения процессов массообмена: движущая сила процесса; уравнение массопередачи. Сущность процессов разделения методами перегонки, ректификации, абсорбции. Схемы процессов простой перегонки и ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Полная и неполная; простая и сложная ректификационные колонны. Аппаратурное оформление процесса абсорбции. Сравнительная характеристика различных методов разделения жидких и газовых смесей на колонных массообменных аппаратах.</p> <p>3.2. Устройство, принцип действия насадочных колонн. Виды и характеристики насадок, сравнительная характеристика, рекомендации по выбору оптимального режима работы. Конструктивное оформление насадочных колонн: распределительные и перераспределительные устройства для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне и методы его устранения. Достоинства и недостатки насадочных колонн. Перспективные виды насадок.</p> <p>3.3. Тарельчатые колонны. Сравнительные показатели тарелок, рекомендации по выбору оптимальных параметров. Устройство, принцип действия, область применения барботажных тарелок: ситчатых; колпачковых с</p>	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

				<p>капсульными колпачками; желобчатых; из S-образных элементов; комбинированных и др. Струйные тарелки с направленными потоками жидкости и газа: чешуйчатые, язычковые, арочные, пластинчатые, из просечно-вытяжных листов. Особенности работы и область применения клапанных тарелок: дисковых; пластинчатых; балластных; жалюзийно-клапанных. Провальные тарелки без переливов: решетчатые; ситчатые; волнистые; Киттеля. Принцип действия, основные показатели специальных тарелок: с двумя зонами контакта; струйно-центробежных; центробежно-вихревых. Комбинированные тарелки. Тарелки с прямоточным движением потоков: трубчатые; с завихрителями (вихревые); с секционированием потоков. Конструктивное оформление основных элементов тарельчатых колонн: устройств для ввода и вывода продуктов; переливных устройств; способов монтажа внутренних элементов.</p>	
4	Химические реакторы	4/4/0,5	<p>4.1 Химические реакторы в химической и нефтехимической технологии</p> <p>4.2. Конструкции химических реакторов</p>	<p>4.1. Назначение, место и роль химических реакторов в химической и нефтехимической технологии. Основные отличия химических реакторов от других типов аппаратов. Классификация химических реакций в зависимости от механизма, способов возбуждения, режимов протекания, тепловых и фазовых характеристик. Понятие скорости химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Закон действующих масс. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса.</p> <p>4.2. Факторы, определяющие конструкцию химических реакторов. Реакторы идеального вытеснения, идеального смешения, многокаскадные реакторы смешения, их сравнительные характеристики. Жидкостные кубовые реакторы для гомогенных и гетерогенных</p>	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3



				<p>реакций. Перемешивающие и теплообменные устройства реакторов, рекомендации по их применению.</p> <p>Особенности конструкции газожидкостных реакторов: колонные насадочные и тарельчатые реакторы, их сравнение с массообменными аппаратами.</p>	
5	Трубчатые печи химических и нефтеперерабатывающих производств	4/4/0,5	<p>5.1. Назначение, классификация и конструкции печей</p> <p>5.2. Расчет трубчатых печей</p>	<p>5.1. Назначение и типы печей, их классификация. Сравнение различных типов печей, основные направления в их развитии. Теплотехнические особенности нефтезаводских трубчатых печей, связь между теплотехническими и тепловыми показателями. Теплонапряженность поверхности нагрева, топочного пространства, местные тепловые нагрузки в камерах радиации и конвекции. Важнейшие показатели и элементы трубчатых печей. Гарнитура печей, применяемые материалы. Устройства для сжигания топлива (горелки, форсунки).</p> <p>5.2. Основы расчета трубчатых печей. Процессы сгорания и теплопередачи в топке, теплопередача в конвекционной камере, выбор размеров камер конвекции и радиации. Определение полезной тепловой нагрузки печи и состояния сырья на выходе из печи. КПД печи и пути уменьшения расхода топлива. Гидравлический расчет печи, газовое сопротивление и тяга.</p>	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
6	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	4/4/0,5	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	<p>Общие сведения и классификация вспомогательного оборудования химических и нефтехимических производств. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары для жидких и газообразных продуктов. Назначение и устройство мокрых и сухих газгольдеров. Бункеры и силосы для хранения и выгрузки сыпучих материалов.</p> <p>Основные элементы технологических трубопроводов: трубы, фланговые детали (фитинги), способы соединения трубопроводов. Компенсация температурных деформаций трубопроводов с помощью компенсаторов. Опоры и</p>	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

				подвески трубопроводов. Назначение и классификация трубопроводной арматуры. Устройство, область применения и характеристики запорной, регулирующей, предохранительной, защитной и фазоразделительной арматуры.	
--	--	--	--	--	--

## 6. Содержание практических занятий

Сформулировать цель проведения практических занятий

№ п.п.	Раздел дисциплины	Часы (о/оз)	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Оборудование для тепловых процессов	6/3/3	Расчет и выбор стандартизованного теплообменника	2.1. Расчет и выбор стандартизованного кожухотрубчатого теплообменника для проведения процессов нагрева, охлаждения, конденсации, испарения жидких, газообразных продуктов; 2.2. Тепловой расчет и выбор стандартизованного аппарата воздушного охлаждения для проведения процесса охлаждения и конденсации рабочих продуктов с заданными расходными и физико-механическими параметрами.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Оборудование для проведения массообменных процессов	6/3/3	Технологический расчет ректификационной колонны	Кейс-задача. Для заданных значений исходных данных провести технологический расчет ректификационной колонны с колпачковыми, клапанными, ситчатыми и провальными тарелками (по вариантам заданий). В качестве объекта оптимизации принять межтарельчатое расстояние, выбор которого производить с учетом заданной преподавателем вспениваемости разделяемых рабочих систем. Проверку работоспособности выбранной стандартизованной тарелки производить по величине межтарельчатого уноса.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
3	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	6/3/2	Технологический трубопровод	Технологический трубопровод: назначение и классификация, применяемые материалы. Методы компенсации температурных напряжений с помощью осевых, гибких и скользящих компенсаторов. Опоры и подвески трубопроводов.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

## 7. Содержание лабораторных занятий

Сформулировать цель проведения лабораторных работ.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очная	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Оборудование для тепловых процессов	6/3/2	Оценка площади поверхности теплообменника	Произвести расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах при скорости жидкости в трубах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3 м/с и выбрать теплообменные аппараты из стандартного ряда. Произвести сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена, коэффициенту теплопередачи и гидравлическому сопротивлению.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Оборудование для проведения массообменных процессов	6/3/2	Изучение влияния флегмового числа на показатели ректификационной колонны	В ректификационной колонне непрерывного действия, работающей под атмосферным давлением, разделяется $G_F$ жидкой бинарной смеси с содержанием низкокипящего компонента $X_F$ . Требуемая молярная доля низкокипящего компонента в дистилляте составляет $X_D$ и в кубовом остатке $X_W$ . Определить диаметр колонны и ее рабочую высоту. Расчет числа теоретических тарелок выполнить графическим методом для флегмового числа $R-1$ , $R-0.5$ , $R$ , $R+0.5$ , $R+1$ . Определить оптимальную колонну по минимальному рабочему объему. Для тарельчатых колонн принять расстояние между тарелками $h$ , средний к.п.д. тарелок - $\eta$ . Для насадочных колонн высота насадки, эквивалентная теоретической тарелке, составляет $h_{\Sigma}$ , скорость пара $W$ .	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
3	Вспомогательное оборудование, технологический трубопровод и арматура	6/3/2	Уплотнение запорной арматуры, выбор прокладочного материала	Уплотнение запорной арматуры, выбор прокладочного материала, определение опорной реакции прокладки.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	5/8/24	Подготовка к экзамену, практическое занятие	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Методы интенсификации теплообмена	5/8/25	Подготовка к экзамену,	ПК-6.1, ПК-6.2,

	в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.		лабораторное и практическое занятие, дискуссии	ПК-6.3
3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	5/8/25	Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	10/16/25	Подготовка к экзамену, практическое занятие	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	10/16/25	Подготовка к экзамену, практическое занятие, доклад	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
6	Вспомогательное оборудование для хранения жидких и газообразных продуктов: резервуары, емкости, газгольдеры, бункера и силосы. Материалы, устройство, область применения.	10/16/25	Подготовка к экзамену, лабораторное и практическое занятие, дискуссии	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Назначение и классификация технологического оборудования для проведения химических и нефтехимических процессов. Основные требования к оборудованию и машинам.	4/5/0,5	Прием экзамена, практическое задание	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2	Методы интенсификации теплообмена в теплообменниках. Оребренные, обжатые, витые трубы. Трубы с турбулизаторами. Перегородки в трубном и межтрубном пространствах. Многоходовые теплообменники. Теплообменники с неметаллическими трубками. Тепловые трубки.	4/5/1	Прием экзамена, лабораторное и практическое занятие, дискуссии	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

3	Насадочные колонны. Виды и характеристики насадок, режимы работы. Явление «сухого конуса» в насадочной колонне, методы его устранения. Распределители для жидкости и газа; опорные устройства под насадку. Перспективные виды насадок.	4/5/1	Прием экзамена, лабораторное и практическое занятие	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
4	Скорость химической реакции. Уравнение скорости химической реакции. Кинетический и стехиометрический порядки реакций. Константа химической реакции и методы ее определения. Влияние температуры на скорость реакции. Уравнение Аррениуса.	8/10/0,5	Прием экзамена, практическое занятие	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
5	Основные виды печей для нагрева нефтепродуктов, направления в их развитии. Теплотехнические характеристики трубчатых печей. Теплонапряженность поверхности нагрева. Трубы и гарнитура печей, применяемые материалы.	8/10/0,5	Прием экзамена, практическое занятие, доклад	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
6	Вспомогательное оборудование для хранения жидких и газообразных продуктов: резервуары, емкости, газгольдеры, бункера и силосы. Материалы, устройство, область применения.	8/10/0,5	Прием экзамена, лабораторное и практическое занятие, дискуссии	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.В.05 Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Например, при изучении дисциплины предусматривается экзамен, доклад, четырех лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
<b>Практическое занятие</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>
<b>Доклад</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
<b>Дискуссия</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## **11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Основная литература**

При изучении дисциплины «Перспективное высокоэффективное тепло-массообменное оборудование в химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
Гильманов Х.Х. Машины и аппараты химических производств и нефтепереработки; учебное пособие / Х.Х. Гильманов, М.А. Закиров. – Нижнекамск; НХТИ, 2013. – 128 с.	80
Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс]; учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров, С.В. Рачковский, А.А. Хоменко. – 3-е изд. в электрон. варианте. – Казань: КНИТУ, 2014. Режим доступа: <a href="http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135">http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135</a>	Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <a href="http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135">http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135</a> Доступ с любой точки интернета

### **11.2. Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Закиров М.А. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты. Ч.2: метод. указания / сост. М.А. Закиров, М.Г. Гарипов, Х.Х. Гильманов; НХТИ. – Нижнекамск: НХТИ, 2012. – 44 с.	19

### **11.3. Электронные источники информации**

При изучении дисциплины «Перспективное высокоэффективное тепло-массообменное оборудование в химической технологии» использование электронных источников информации:

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – режим доступа: [http://www.kstu.ru/article.jsp?id\\_e=52135](http://www.kstu.ru/article.jsp?id_e=52135)

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов  
<http://fcior.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>  
<http://elibrary.ru/> Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций <http://elibrary.ru/>

#### ***11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.***

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

**Согласовано:**

Зав. отделом  
по библиотечному  
обслуживанию



Тарасова В.Я.

#### ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Стенд № 1. “Вихревой массообменный аппарат”,
  2. Стенд №2. “Насадочная колонна”,
  3. Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные устройства”,  
Макет «Монтаж колонны двумя кранами»,
  4. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства”,
  5. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель”,
  6. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой”,
  7. Стенд № 7. “Ротационный массообменный аппарат (центробежный)”,
  8. Стенд № 8. “Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках”,
  9. Стенд № 9. “Кожухотрубчатый теплообменник”,
  10. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов”,
  11. Стенд №11. “Центровка насосных установок”; Секция клапанной тарелки типа ТКП, Секция колпачковой тарелки типа ТСК,
  12. Стенд №12. “Монтаж колонны выжимным способом”,
  13. Стенд №13. “Монтаж колонны порталным краном ”;
  14. Стенд № 14. «Монтаж колонны двумя кранами»;
  15. Макет ректификационной колонны.
- техническими средствами обучения:

1. Оверхэд-проектор;
2. Рулонный настенный экран;
3. Ноутбук с проектором

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Перспективное высокоэффективное тепломассообменное оборудование в химической технологии»:

1. Windows XP;
2. Microsoft Office 2007;
3. Антивирус Касперского

### ***13. Образовательные технологии***

Количество занятий для очной формы обучения 16 часов, для очно-заочной 10 часов, для заочной формы 10 часов, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- доклады
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).