

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский 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  
« 3 »  2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.12 Методы интенсификации тепломассообмена  
Направление подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
(шифр) (наименование)

Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение  
Квалификация выпускника магистр  
Форма обучения очно-заочная  
Факультет механический  
Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП  
Курс, семестр I, 1

Форма обучения	Очно-заочная	
	Часы	ЗЕ
Лекции	9	0,25
Практические занятия	9	0,25
Лабораторные занятия	9	0,25
Самостоятельная работа	99	2,75
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Форма аттестации	Зачет с оценкой	
Всего	144	4

Нижекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Приказ Минобрнауки России № 923 от 07.08.2020) по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:

доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

### ***1. Цели освоения дисциплины***

Целью освоения дисциплины Б1.О.12 «Методы интенсификации тепло-массообмена» является формирование у студентов основополагающих представлений о методах интенсификации тепломассообменных процессов в химической технологии и приобретение практических навыков определения эффективности различных методов интенсификации тепломассообмена.

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

Дисциплина Б1.О.12 «Методы интенсификации тепломассообмена» относится к *вариативной* части ООП и формирует у магистров по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Методы интенсификации тепло-массообмена» *магистр* по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин, читаемых в 1-8 семестрах для бакалавров.

Дисциплина «Методы интенсификации тепломассообмена» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Двухфазные течения;*
- б) Б1.О.14 Перспективное оборудование для химических и нефтехимических производств;*
- в) Б.1.В.04 Системы инженерной защиты окружающей среды.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы интенсификации тепломассообмена» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

УК-3.1 знает методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами;

УК-3.2 умеет разрабатывать командную стратегию; организовывать работу коллективов; управлять коллективом; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту;

УК-3.3 владеет методами организации и управления коллективом, планированием его действий;

УК-6.1 знает основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; способы совершенствования своей деятельности на основе самооценки;

УК-6.2 умеет решать задачи собственного профессионального и личностного развития, включая задачи изменения карьерной траектории; расставлять приоритеты;

УК-6.3 владеет способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования

в течение всей жизни;

ОПК-11.1 знает теоретические основы и методику разработки способов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;

ОПК-11.2 умеет разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании;

ОПК-11.3 владеет навыками разработки способов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

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

**1) Знать:**

а) методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами;

б) основные принципы профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда; способы совершенствования своей деятельности на основе самооценки;

в) теоретические основы и методику разработки способов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

**2) Уметь:**

а) разрабатывать командную стратегию; организовывать работу коллективов; управлять коллективом; разрабатывать мероприятия по личностному, образовательному и профессиональному росту;

б) решать задачи собственного профессионального и личностного развития, включая задачи изменения карьерной траектории; расставлять приоритеты;

в) разрабатывать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

**3) Владеть:**

а) методами организации и управления коллективом, планированием его действий;

б) способами управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки и принципов образования в течение всей жизни;

в) навыками разработки способов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов, используемых в технологических машинах и оборудовании.

**4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.12 «Методы интенсификации теплообмена»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах) Очно-заочная форма об.					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Интенсификация теплообменных процессов в химической технологии. Введение.	1	2	-	-	3	16	Зачет с оценкой, дискуссия
2	Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	1	2	3	3	3	17	Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад
3	Конструктивные способы интенсификации теплообмена	1	2	2	2	3	17	Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад
4	Интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью.	1	1	1	2	3	16	Зачет с оценкой, практическое занятие, доклад
5	Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя	1	1	3	2	3	16	Зачет с оценкой, практическое занятие
6	Интенсификация массообменных процессов при ректификации смесей	1	1	-	-	3	17	Зачет с оценкой
		Форма аттестации						Зачет с оценкой

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очно-заочная форма об.	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Интенсификация теплообмена	2	Основные методы интенсификации	Основные направления интенсификации теплообменных процессов в	УК-3.1; УК-3.2;

	сообменных процессов в химической технологии. Введение.		сификации тепломассо-обменных процессов в технологических аппаратах химических предприятий.	технологических аппаратах. Способы интенсификации тепломассообменных процессов.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
2	Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	2	Сравнительные характеристики методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	Основные методы интенсификации конвективного теплообмена в каналах. Выбор рационального способа интенсификации теплообменного процесса. Сравнительная эффективность методов интенсификации теплообмена. Оценка способа интенсификации теплообмена с помощью коэффициента теплоэнергетической эффективности. Выбор оптимальной скорости в канале теплообменника.	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
3	Конструктивные способы интенсификации теплообмена	2	Основные конструктивные способы интенсификации теплообмена.	Интенсификация закруткой потока теплоносителя. Теплообмен в каналах типа конфузور-диффузор. Развитые (оребрённые) поверхности теплообмена. Интенсификация теплообмена при многократном диспергировании жидкости. Интенсификация теплообмена при плёночном течении.	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
4	Интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью.	1	Основные зависимости интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью.	Дискретно-шероховатые поверхности теплообмена. Каналы с винтовой накаткой. Каналы со спирально-винтовыми проволочными вставками. Каналы с поперечной дискретной шероховатостью.	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
5	Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя	1	Применение различных дискретно-шероховатых интенсификаторов при турбулентном течении теплоносителя.	Каналы со сплошной шероховатостью стенки. Каналы с поперечными кольцевыми выступами. Каналы со спиральными выступами и пружинными вставками. Кольцевые и спиральные канавки на поверхности теплообмена. Сферические углубления на поверхности теплообмена.	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
6	Интенсификация массообменных процессов при ректификации смесей	1	Основные способы интенсификация массообменных процессов при ректификации смесей.	Способы интенсификации массообменных процессов. Влияние структуры потоков на работу колонных массообменных аппаратов. Повышение производительности и эффективности массообменных процессов. Некоторые правила разделения многокомпонентных смесей. Мембранные процессы.	УК-3.1; УК-3.2; УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2;

				<i>Влияние химических реакций на процессы абсорбции. Перспективы развития технологий для разделения веществ.</i>	<i>ОПК-11.3</i>
--	--	--	--	--	-----------------

## **6. Содержание практических занятий**

На практических занятиях теоретические положения, сформулированные на лекционных занятиях, доводятся до численного решения, конкретной прикладной задачи по индивидуальным вариантам заданий для каждого обучающегося. При выполнении расчетов обучающимся прививаются навыки работы со справочниками и нормативными документами, выбором и обоснованием выбора оптимальных вариантов рассматриваемых параметров, а также составления и оформления расчетных схем и эскизов рассчитываемого оборудования и машин. В зависимости от форм обучения предусмотрена различная продолжительность и перечень выполняемых практических работ по темам и разделам.

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы очно-заочная форма об.</b>	<b>Наименование практической работы</b>	<b>Краткое содержание</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
1	Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	3	Расчет и сравнение различных методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	Расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах и выбор теплообменного аппарата из стандартного ряда. Сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена, коэффициенту теплопередачи и гидравлическому сопротивлению.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
2	Конструктивные способы интенсификации теплообмена	2	Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей	Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
3	Интенсификация теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью	1	Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.	Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
4	Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя	3	Расчет интенсификации теплообмена в дискретно-шероховатых каналах при турбулентном течении теплоносителя	Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости и гидравлического сопротивления трубы потоку. Построение графиков зависимости коэффициента теп-	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3

				лоотдачи и гидравлического сопротивления от скорости.	
--	--	--	--	---	--

## 7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Методы интенсификации теплообмена».

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, на основе практического изучения явлений в элементах оборудования, а также выработка студентами определенных умений.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очно-заочная форма об.	Наименование практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Классификация и эффективность методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	3	Расчет и сравнение различных методов интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	Расчет процессов теплообмена в кожухотрубных теплообменных аппаратах и выбор теплообменного аппарата из стандартного ряда. Сравнение выбранных конструкций по площади поверхности теплообмена, коэффициенту теплопередачи и гидравлическому сопротивлению.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
2	Конструктивные способы интенсификации теплообмена	2	Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей	Расчет теплогидродинамической эффективности ленточных завихрителей	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
3	Интенсификации теплообмена при ламинарном течении в каналах с дискретной шероховатостью	2	Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.	Расчет теплогидродинамической эффективности дискретно-шероховатых поверхностей теплообмена.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
4	Дискретно-шероховатые каналы при турбулентном течении теплоносителя	2	Расчет интенсификации теплообмена в дискретно-шероховатых каналах при турбулентном течении теплоносителя	Определение коэффициента теплоотдачи от стенки к нагреваемой жидкости и гидравлического сопротивления трубы потоку. Построение графиков зависимости коэффициента теплоотдачи и гидравлического сопротивления от скорости.	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы очно-заочная	Форма СРС	Формируемые компетенции
-------	---	-------------------	-----------	-------------------------



		форма об.		
1	Основные направления интенсификации тепломассообменных процессов в технологических аппаратах. Способы интенсификации тепломассообменных процессов.	16	Подготовка к дискуссии, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
2	Основные методы интенсификации конвективного теплообмена в каналах. Сравнительная эффективность методов интенсификации теплообмена. Оценка способа интенсификации теплообмена с помощью коэффициента теплоэнергетической эффективности.	17	Подготовка к практическому занятию, к докладу, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
3	Интенсификация закруткой потока теплоносителя. Теплообмен в каналах типа конфузор-диффузор. Развитые (оребренные) поверхности теплообмена. Интенсификация теплообмена при многократном диспергировании жидкости. Интенсификация теплообмена при пленочном течении.	17	Подготовка к практическому занятию, к докладу, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
4	Дискретно-шероховатые поверхности теплообмена. Каналы с винтовой накаткой. Каналы со спирально-винтовыми проволочными вставками. Каналы с поперечной дискретной шероховатостью.	16	Подготовка к практическому занятию, к докладу, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
5	Каналы со сплошной шероховатостью стенки. Каналы с поперечными кольцевыми выступами. Каналы со спиральными выступами и пружинными вставками. Кольцевые и спиральные канавки на поверхности теплообмена. Сферические углубления на поверхности теплообмена.	16	Подготовка к практическому занятию, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
6	Способы интенсификации массообменных процессов. Влияние структуры потоков на работу колонных массообменных аппаратов. Повышение производительности и эффективности массообменных процессов. Мембранные процессы. Влияние химических реакций на процессы абсорбции. Перспективы развития технологий для разделения веществ.	17	Подготовка к докладу, подготовка к сдаче зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы очно-заочная форма об.	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	Основные направления интенсификации тепломассообменных процессов в технологических аппаратах.	3	Проведение дискуссии, сдача зачета	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3
2	Основные методы интенсификации конвективного теплообмена в каналах.	3	Проведение практического занятия, прием до-	УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2;

	<i>Сравнительная эффективность методов интенсификации теплообмена.</i>		<i>клад, сдача зачета</i>	<i>УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3</i>
3	<i>Интенсификация закруткой потока теплоносителя. Теплообмен в каналах типа конфузور-диффузор. Интенсификация теплообмена при пленочном течении.</i>	3	<i>Проведение практического занятия, прием доклад, сдача зачета</i>	<i>УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3</i>
4	<i>Дискретно-шероховатые поверхности теплообмена.</i>	3	<i>Проведение практического занятия, прием доклад, сдача зачета</i>	<i>УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3</i>
5	<i>Каналы со сплошной шероховатостью стенки. Каналы с поперечными кольцевыми выступами. Каналы со спиральными выступами и пружинными вставками. Кольцевые и спиральные канавки на поверхности теплообмена. Сферические углубления на поверхности теплообмена.</i>	3	<i>Проведение практического занятия, прием доклад, сдача зачета</i>	<i>УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3</i>
6	<i>Способы интенсификации массообменных процессов. Влияние структуры потоков на работу колонных массообменных аппаратов. Влияние химических реакций на процессы абсорбции. Перспективы развития технологий для разделения веществ.</i>	3	<i>Проведение доклада, сдача зачета</i>	<i>УК-3.3; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; ОПК-11.1; ОПК-11.2; ОПК-11.3</i>

## **9. Использование рейтинговой системы оценки знаний**

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.О.12 «Методы интенсификации тепломассообмена» 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».

Оценка учебной деятельности студента осуществляется по всем видам работ, предусмотренных рабочей программой по данной дисциплине. Максимальный балл проставляется за качественное и своевременное выполнение работ и требований к ним, а также по всем видам контроля знаний студентов. В результате минимальный текущий рейтинг составит – 60 баллов, максимальный текущий рейтинг составит – 100 баллов.

Общий суммарный рейтинг по дисциплине складывается из текущего рейтинга и рейтинга, полученного студентами в ходе промежуточной аттестации в форме зачета по дисциплине. Текущий рейтинг формируется в ходе аудиторных занятий и самостоятельной работы и ограничивается диапазоном 36 – 60 баллов. Рейтинг, выставляющийся студенту по результатам зачета, находится в диапазоне 24 – 40 баллов.

Расчет текущего рейтинга выполняется на основе данных, приведенных в таблице 9.1.

Таблица 9.1. Расчет текущего рейтинга

Название	Кол-во	Оценка за одно		Суммарн. оценка	
		Миним.	Максим.	Миним.	Максим.
лекция (конспект)	10	1		10	10
Практическое занятие (выполнение заданий)	4	4	7	16	28
доклад	1	5	12	5	12
дискуссия	1	5	10	5	10
Зачет				24	40
Всего				60	100

При изучении дисциплины предусматриваются выполнение 4 практических работ, выступление с докладом, дискуссии.

Таким образом, текущий рейтинг студента перед промежуточной аттестацией должен составить величину, находящуюся в диапазоне 36 – 60 баллов.

Промежуточная аттестация в форме зачета оценивается числом баллов от 24 до 40. В итоге, суммарный рейтинг по дисциплине должен составить от 60 до 100 баллов.

#### **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 Б1.О.12 «Методы интенсификации теплообмена» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Поникаров, И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. [Электронный ресурс] : учеб. / И.И. Поникаров, М.Г. Гайнуллин.- Электрон. дан. — СПб, 2017. — 604 с. - <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>

Примеры и задачи по тепломассо-обмену. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Логинов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб, 2017. — 256 с. <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	ЭБС «IPRbooks» Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
---	--

### ***11.2. Дополнительная литература***

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Сабанаев, И.А. Оптимизация химико-технологических процессов методом моделирования: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине "Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в хим. технологии, нефте-химии и биотехнологии": учебно-методическое пособие / И.А. Сабанаев, Ф.М. Алмакаева.- Нижнекамск: НХТИ, 2013.- 48 с.	41 экз. на кафедре

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

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
3. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций - Режим доступа: <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: <http://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” – 1 шт.,
2. Стенд №2. “Насадочная колонна” – 1 шт.,
3. Стенд № 3. “Противоточные контактные массообменные устройства” – 1 шт.,
4. Макет «Монтаж колонны двумя кранами» – 1 шт.,
5. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства” – 1 шт.,
6. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель” – 1 шт.,
7. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой” – 1 шт.,
8. Стенд № 7. “Ротационный массообменный аппарат (центробежный)” – 1 шт.,
9. Стенд № 8. “Температурные напряжения в кожухотрубчатых теплообменниках” – 1 шт.,
10. Стенд № 9. “Кожухотрубчатый теплообменник” – 1 шт.,
11. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов” – 1 шт.,
12. Стенд №11. “Центровка насосных установок” – 1 шт.;
13. Секция клапанной тарелки типа ТКП – 1 шт.,
14. Секция колпачковой тарелки типа ТСК – 1 шт.,
15. Стенд №12. “Монтаж колонны выжимным способом” – 1 шт.,
16. Стенд №13. “Монтаж колонны порталным краном” – 1 шт.;
17. Стенд № 14. «Монтаж колонны двумя кранами» – 1 шт.;
18. Макет ректификационной колонны – 1 шт.

техническими средствами обучения:

1. Оверхэд-проектор,
2. Рулонный настенный экран.

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 «Методы интенсификации тепломассообмена»:

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

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

Количество занятий для очно-заочной формы обучения – 10, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

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