

Замест

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» 05 2022 г.


По дисциплине Б1.О.11 Двухфазные течения
 Направление подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
 Профиль/программа Химическое машино- и аппаратостроение
 Квалификация выпускника магистр
 Форма обучения очная, очно-заочная
 Факультет механический
 Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП
 Курс, семестр II, 3,4

Нижнекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 923 от 07.08.2020) по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:


доцент каф. МАХП
(должность)


(подпись)

А.Н. Даутова
(И.О. Фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП, протокол от 12.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Н. Мадышев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения» являются:

- а) формирование необходимой начальной базы знаний о законах равновесия и движения жидкостей,
- б) приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров,
- в) гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей,
- г) решения технологических задач нефтегазового производства, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах.

Изучение дисциплины позволяет сформировать у магистров комплекс знаний, необходимых для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач отрасли, в том числе связанных с построением проектов разработки месторождений, оценки параметров течения в технологических процессах производства.

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

Дисциплина Б1.О.11 «Двухфазные течения» относится к вариативной части *общенаучного* цикла ООП и формирует у магистров по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской и педагогической деятельности.

Для успешного освоения дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения» магистр по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Б1.В.01 Математические методы в инженерии;
2. Б1.О.12 Методы интенсификации теплообмена;
3. Б1.О.14 Перспективное оборудование для химических и нефтехимических производств;
4. Б1.В.02 Промышленные и инвестиционные риски.

Дисциплина Б1.О.11 «Двухфазные течения» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

1. Б1.О.08 Компьютерные технологии в машиностроении;
2. Б1.О.10 Моделирование технологических процессов в химии и нефтехимии.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения» могут быть использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование».

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

ОПК-2.1 знает методы и средства осуществления экспертизы технической документации

ОПК-2.2 умеет анализировать структуру и содержание технической документации при реализации технологического процесса

ОПК-2.3 владеет навыками и приемами осуществления экспертизы технической документации

ОПК-7.1 знает теоретические основы методов разработки современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении

ОПК-7.2 умеет применять на практике метод разработки современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.

ОПК-7.3 владеет навыками и приемами разработки современных экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) основы механики жидкости, газа и многофазных сред

б) распределение давления в покоящейся жидкости

в) основные законы движения вязких жидкостей и газов

г) подобие гидромеханических процессов, метод размерностей законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах

д) изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.

е) закон Дарси – линейный закон фильтрации. Пределы применимости закона Дарси, причины его нарушения.

2) Уметь:

а) применять знания при решении инженерных задач прикладного характера

б) проводить гидравлические расчёты для существующих газожидкостных систем

в) использовать современные методики определения технологических параметров и применять математические и графоаналитические методы для определения некоторых физико-химических характеристик транспортируемой среды, с целью снижения воздействий осложняющих процессов

г) осуществлять в общем виде оценку потерь сырой и товарной нефти при больших и малых дыханиях резервуаров в процессе их эксплуатации.

3) Владеть:

а) знаниями о влиянии физико-химических свойств углеводородов на режимы эксплуатации в системе «подготовка – транспорт – хранение скважинной продукции»

б) методами выбора рациональных способов подготовки, транспортирования и хранения нефти и газа

в) алгоритмами решения задач расчета простых и сложных трубопроводов

г) методиками анализа результатов, полученных при выполнении практических работ.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр (о/о-з)	Виды учебной работы(в часах о/о-з)					Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттеста- ции по разде- лам
			Лек- ции	Прак- тиче- ские занятия	Ла- бора- тор- ные рабо- ты	КСР	СРС	
1	Введение.	3/4	0,75/ 0,75	-	-	0,5/0, 5	-	Экзамен
2	Законы сохра- нения.	3/4	0,75/ 0,75	-	-	2/2	4/5	Экзамен
3	Скорость дефор- мации сплошной среды.	3/4	0,25/ 0,25	2/1	-	1/1	2/4	Практическое занятие Экзамен
4	Математическая модель идеальной жидкости	3/4	0,75/ 0,75	2/1	-	2/2	4/6	Практическое занятие Экзамен
5	Основы теории размерностей и подобия.	3/4	0,5/ 0,5	-	6/6	1/1	3/5	Кейс-задача, практическое занятие, эк- замен
6	Гидромеханика.	3/4	0,75/ 0,75	-	6/6	2/2	4/6	Практическое занятие Экзамен
7	Течение идеальной жидкости.	3/4	0,25/ 0,25	6/3	-	1/1	2/4	Лаборатор- ная работа Экзамен
8	Турбулентное те- чение жидкости в трубах.	3/4	1,25/ 1,25	8/4		2/2	7/8	Кейс-задача, лабораторная работа, экза- мен
9	Уравнение Бер-	3/4	0,75/	-	4/4	1/1	4/5	Практическое

	<i>нулли для потока вязкой жидкости.</i>		0,75					<i>занятие Экзамен</i>
10	<i>Одномерные течения газа.</i>	3/4	0,75/ 0,75	-	2/2	0,5/0, 5	4/6	<i>Практическое занятие Экзамен</i>
11	<i>Ламинарное течение неньютоновских жидкостей.</i>	3/4	0,75/ 0,75	-	-	2/2	4/5	<i>Экзамен</i>
12	<i>Двухфазное течение в трубах и аппаратах.</i>	3/4	0,75/ 0,75	-	-	1/1	4/5	<i>Экзамен</i>
13	<i>Основные определения и понятия фильтрации жидкости и газов.</i>	3/4	0,75/ 0,75	-	-	2/2	3/4	<i>Экзамен</i>
ИТОГО			9/9	18/9	18/18	18/18	45/63	
Форма аттестации			Экзамен 36/27ч					

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№	Раздел дисциплины	Часы (о/о-з)	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение.	0,75/ 0,75	Основы механики сплошной среды.	<i>Введение. Основы механики сплошной среды. Гипотеза сплошности. Методы описания движения сплошной среды. Локальная и субстанциональная производная. Скалярные и векторные поля. Силы и напряжения в сплошной среде. Тензор напряжений.</i>	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
2	Законы сохранения.	0,75/ 0,75	Система уравнений движения сплошной среды	<i>Законы сохранения. Интегральные и дифференциальные уравнения сплошной среды. Система уравнений движения сплошной среды.</i>	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
3	Скорость деформации сплошной среды.	0,25/ 0,25	Скорость деформации сплошной среды.	<i>Скорость деформации сплошной среды. Теорема Гельмгольца. Тензор скоростей деформации. Циркуляция скорости.</i>	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2;

					ОПК-7.3
4	Математическая модель идеальной жидкости	0,75/ 0,75	Математическая модель идеальной сжимаемой и несжимаемой жидкости.	Жидкости. Математическая модель идеальной жидкости. Математическая модель идеальной несжимаемой жидкости. Вязкая жидкость. Тензор напряжений в вязкой жидкости. Уравнения движения вязкой жидкости. Математическая модель вязкой несжимаемой жидкости.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
5	Основы теории размерностей и подобия.	0,5/0,5	Теории размерностей и подобия	Основы теории размерностей и подобия. П- теорема. Подобие физических явлений, моделирование.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
6	Гидромеханика.	0,75/ 0,75	Гидромеханика и гидростатика.	Гидромеханика. Гидростатика. Уравнения равновесия жидкости и газа. Равновесие жидкости в поле сил тяжести. Относительный покой жидкости. Статическое давление жидкости на твердые поверхности.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
7	Течение идеальной жидкости.	0,25/ 0,25	Уравнения течения идеальной жидкости	Течение идеальной жидкости. Уравнение Эйлера в форме Грамеко-Лэмба. Интеграл Бернулли.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
8	Турбулентное течение жидкости в трубах.	1,25/ 1,25	Турбулентное течение жидкости в трубах	Турбулентное течение жидкости в трубах. Опыты Рейнольдса. Осреднение характеристик турбулентного течения. Экспериментальные исследования коэффициента гидравлического сопротивления.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
9	Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	0,75/ 0,75	Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости	Гидравлический расчёт трубопроводов. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Виды потерь напора. Расчёт простых трубопроводов.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
10	Одномерные течения газа.	0,75/ 0,75	Одномерные течения газа	Одномерные течения газа. Скорость звука. Закон сохранения энергии. Число Маха. Связь между площадью живого сечения трубки тока и скоростью течения.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

11	Ламинарное течение неньютоновских жидкостей.	0,75/ 0,75	Классификация неньютоновских жидкостей.	Ламинарное течение неньютоновских жидкостей. Простой сдвиг. Классификация неньютоновских жидкостей. Коэффициент гидравлического сопротивления.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
12	Двухфазное течение в трубах и аппаратах.	0,75/ 0,75	Уравнения движения двухфазной смеси в трубах	Двухфазное течение в трубах. Уравнения законов сохранения. Уравнения движения двухфазной смеси в трубах. Режимы течения. Свободный дебит газоконденсатной скважины.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
13	Основные определения и понятия фильтрации жидкости и газов.	0,75/ 0,75	Фильтрация жидкости и газов	Основные определения и понятия фильтрации жидкости и газов. Опыт и закон Дарси. Особенности движения флюидов в природных пластах. Фильтрационные свойства пористых сред. Коэффициенты пористости и просветлённости. Удельная поверхность. Проницаемость. Границы применимости закона Дарси. Анализ и интерпретация экспериментальных данных.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

6. Содержание практических занятий

Цель проведения практических занятий – закрепление полученных знаний, приобретенных на лекциях, отработка практических навыков при решении задач гидростатики и гидромеханики.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы (о/о-з)	Тема практического занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	Раздел 3. Скорость деформации сплошной среды.	2/1	Методика решения задач гидростатики.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
2	Раздел 4. Математическая модель идеальной жидкости	2/1	Задачи с использованием основных законов гидростатики.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
3	Раздел 7. Течение идеальной жидкости.	6/3	Гидродинамические расчёты	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
4	Раздел 8. Турбулентное течение жидкости в тру-	8/4	Расчёт трубопроводов для перекачки жидкостей и газов	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

	бах.		
--	------	--	--

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление полученных знаний, приобретенных на лекциях, отработка навыков проведения лабораторных работ по гидростатике и гидромеханике.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы (о/о-з)	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Раздел 5. Основы теории размерностей и подобия.	6/6	Определение сил давления жидкости на плоские поверхности твёрдого тела.	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
2	Раздел 6. Гидромеханика.	6/6	Изучение гидромеханики	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
3	Раздел 9. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	4/4	Истечение жидкости через отверстия	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
4	Раздел 10. Одномерные течения газа.	2/2	Кавитационные расчёты	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории.

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы (о/о-з)	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Законы сохранения.	4/5	Подготовка к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
2	Скорость деформации сплошной среды.	2/4	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
3	Математическая модель идеальной жидкости	4/6	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
4	Основы теории размерностей и подобия.	3/5	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
5	Гидромеханика.	4/6	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
6	Течение идеальной жидкости.	2/4	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
7	Турбулентное течение жидкости в трубах.	7/8	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

8	Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	4/5	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
9	Одномерные течения газа.	4/6	Подготовка к практическому занятию, к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
10	Ламинарное течение не-ньютоновских жидкостей.	4/5	Подготовка к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
11	Двухфазное течение в трубах и аппаратах.	4/5	Подготовка к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
12	Основные определения и понятия фильтрации жидкости и газов.	3/4	Подготовка к сдаче экзамена	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы (о/о-з)	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Введение	0,5/0,5	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
2	Законы сохранения	2/2	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
3	Скорость деформации сплошной среды	1/1	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
4	Математическая модель идеальной жидкости	2/2	Проверка типового расчета	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
5	Основы теории размерностей и подобия	1/1	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
6	Гидромеханика	2/2	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
7	Течение идеальной жидкости	1/1	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
8	Турбулентное течение жидкости в трубах	2/2	Проверка типового расчета	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
9	Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости	1/1	Проверка типового расчета	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
10	Одномерные течения газа	0,5/0,5	Проверка типового расчета	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

11	Ламинарное течение неньютоновских жидкостей	2/2	Проверка типового расчета	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
12	Двухфазное течение в трубах и аппаратах	1/1	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3
13	Основные определения и понятия фильтрации жидкости и газов	2/2	Проверка домашнего задания	ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения» 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.

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

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	4	12	20
Практическая работа	4	18	30
Кейс-задача	2	6	10
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

При изучении дисциплины предусматриваются выполнение 4 практических работ и 4 лабораторных работ.

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

Итоговая аттестация в форме экзамена 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)

вой) 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.11 «Двухфазные течения» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: [Электронный ресурс]: в 2 кн. / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна. — 5-е изд. (эл.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 1758 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/42602 , по паролю.- ЭБС «Лань»	ЭБС «Лань» Режим доступа: http://e.lanbook.com/view/book/426
2. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров: учеб. пособие / И.Г. Хисамеев, В.А.Максимов, Г.С. Баткис, Я.З. Гузельбаев.- 2-е изд., испр. и доп. Казань: Фэн, 2012.- 671 с.	1(экз. на 1 студента)

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Ямалиева, Л.Г. Технологические процессы и производства: метод. рекомендации и контрол. задания для студентов заоч. формы обучения / Л.Г. Ямалиева, Д.Н. Латыпов.- Нижнекамск: НХТИ, 2011.- 46 с.	100 (экз. на 1 студента)
2. Ямалиева, Л.Г. Процессы и аппараты химической технологии: методические указания / Л.Г. Ямалиева, Б.А. Ямалиев.- Нижнекамск: НХТИ, 2014.-74 с.	35 (экз. на 1 студента)

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.О.11 «Двухфазные течения» использование электронных источников информации:

1. ЭБС «Лань» - режим доступа <https://e.lanbook.com/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

3. Федеральный портал «Российское образование» - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
4. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
5. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - Режим доступа: <http://window.edu.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. Инженерно-физический журнал. Сайт журнала «Инженерно-физический журнал». – Доступ свободный: <http://www.itmo.by/publications/jeptr/>

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. Стенд № 4. “Прямоточные контактные массообменные устройства” – 1 шт.,
5. Стенд № 5. “Исследование гидродинамики одиночных капель” – 1 шт.,
6. Стенд № 6. “Реактор с мешалкой” – 1 шт.,
7. Стенд № 7. “Ротационный массообменник (центробежный)” – 1 шт.,
8. Стенд № 10. “Уплотнительные устройства вращающихся валов” – 1 шт.,
9. Стенд №11. “Центровка насосных установок” – 1 шт.;
10. Секция клапанной тарелки типа ТКП – 1 шт.,
11. Секция колпачковой тарелки типа ТСК – 1 шт.,
12. 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 распространя-

емое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Двухфазные течения»:

1. WindowsXP
2. MicrosoftOffice2007
3. Антивирус Касперского

13. Образовательные технологии

Количество занятий 6 часов, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий - метод кейсов.