

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический уни-
верситет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
(подпись)
« 1 » 11. 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем»
Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
Профиль подготовки Техника и физика низких температур
Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет ИХНМ, ФЭМТО
Кафедра-разработчик рабочей программы «Холодильной техники и техноло-
гии»
Курс - 3, семестр - 6

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет	-
Всего	108	3

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1034 от 11.08.2016г. по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» для профиля подготовки «Техника и физика низких температур», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017 г.

Типовая программа отсутствует.

Разработчик программы:

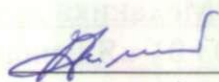
доцент каф.ХТиТ
(должность)


(подпись)

Мустафин Т.Н.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТТ, протокол №2 от 25.10.2017 г.

Зав. кафедрой, проф.


(подпись)

Хисамеев И.Г.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭмТО
от 30.10.2017 г. № 2

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Хамидуллин М.С.
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» являются:

- а) формирование понимания способов математического описание двухфазных систем;
- б) формирование понимания основ гидростатики газожидкостных систем;
- в) формирование понимания структуры адиабатных и не адиабатных двухфазных потоков.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» относится к вариативной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» бакалавр по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5. Математика;
- б) Б1.Б.6. Физика (общая)/ Физика*;
- в) Б1.Б.15 Термодинамика.

Знания, полученные при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 Способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик.

ПК-2 Готовностью к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов.

* Дисциплина учебного плана для набора 2016, 2017 гг.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-1, ПК-2

1) Знать:

- а) методы расчета двухфазных систем;
- б) основные виды и структуры двухфазных потоков;
- в) основы гидростатики газожидкостных систем.

2) Уметь:

- а) пользоваться учебной, справочной, специальной и периодической литературой;
- б) производить расчет двухфазных систем;
- в) применять полученные знания в расчетах конкретных аппаратов и систем.

3) Владеть:

- а) современными прикладными программами по расчету двухфазных систем;
- б) навыками построения расчетной схемы двухфазных систем;
- в) навыками интерпретации получаемых в ходе расчет результатов.

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Математическое описание двухфазных систем	6	8	-	3	10	Защита лабораторных работ
2	Основы гидростатики газожидкостных систем.	6	6	-	5	8	Защита лабораторных работ
3	Волны на границе раздела фаз и устойчивость	6	9	-	3	12	Защита лабораторных работ
4	Адиабатные двухфазные потоки в каналах	6	5	-	7	12	Защита лабораторных работ
5	Двухфазные течения в условиях теплообмена	6	8	-	-	12	-
	Итого:		36	-	18	54	
Форма аттестации							зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Математическое описание двухфазных систем	1	Общая форма законов сохранения	Изучение общих законов сохранения энергии	ПК-1
		1	Закон сохранения массы.	Изучение закона сохранения массы.	ПК-1
		1	Закон сохранения импульса.	Изучение закона сохранения импульса	ПК-1
		1	Закон сохранения энергии.	Изучение закона сохранения энергии	ПК-1
		1	Законы сохранения для смесей.	Изучение закона сохранения для смесей	ПК-1
		1	Универсальные условия совместности	Изучение универсальных условий совместности. Применение их на практике	ПК-2
		1	Специальные условия совместности (квазиравновесная схема).	Изучение специальных универсальных условий совместности (квазиравновесная схема). Применение их на практике	ПК-2
		1	Неравновесные эффекты на межфазной границе	Изучение неравновесных эффектов на межфазной границе	ПК-2
2	Основы гидростатики газожидкостных систем	1	Поверхностные явления.	Изучение особенностей поверхностного явления	ПК-1, ПК-2
		1	Общее уравнение гидростатического равновесия.	Общее уравнение гидростатического равновесия.	ПК-1, ПК-2
		2	Равновесная форма свободной поверхности жидкости, характеризуемой одним радиусом кривизны (капилляры, плоские задачи)	Особенности решения равновесной формы свободной поверхности жидкости, характеризуемой одним радиусом кривизны (капилляры, плоские задачи)	ПК-1, ПК-2
		1	Равновесная форма осесимметричных межфазных поверхностей	Изучение особенностей равновесий кососимметрических межфазных поверхностей	ПК-1, ПК-2
		1	Приближенные аналитические соотношения для малых капель и пузырей	Изучение особенностей приближенных аналитических соотношений для малых капель и пузырей	ПК-1, ПК-2

1	2	3	4	5	6
3	Волны на границе раздела фаз и устойчивость	1	Основные характеристики волновых движений.	Изучение основных характеристик волновых движений.	ПК-1, ПК-2
		2	Анализ волнового движения плоской границы раздела неподвижных фаз.	Изучение алгоритма для анализа волнового движения плоской границы раздела неподвижных фаз	ПК-1, ПК-2
		1	Исследование результатов анализа.	Изучение алгоритма для исследования результатов анализа	ПК-1, ПК-2
		1	Волны на поверхности жидкости.	Изучение особенностей волн на поверхности жидкости	ПК-1, ПК-2
		1	Неустойчивость Тейлора.	Изучение неустойчивости Тейлора	ПК-1, ПК-2
		1	Волны на границе раздела при относительном движении фаз.	Изучение особенностей волн на границе раздела при относительном движении фаз	ПК-1, ПК-2
		1	Анализ результатов.	Изучение алгоритма анализа результата	ПК-1, ПК-2
		1	Неустойчивость Гельмгольца	Изучение неустойчивости Гельмгольца	ПК-1, ПК-2
4	Адиабатные двухфазные потоки в каналах	1	Классификация двухфазных потоков	Изучение особенностей классификации двухфазных потоков	ПК-1, ПК-2
			Количественные характеристики двухфазных потоков	Изучение количественных характеристик двухфазных потоков	ПК-1, ПК-2
		1	Структура (режимы течения) двухфазных потоков.	Изучение особенности Структуры (режимы течения) двухфазных потоков.	ПК-1, ПК-2
		1	Расчет истинного объемного паросодержания в потоках квазигомогенной структуры.	Изучение алгоритма расчета истинного объемного паросодержания в потоках квазигомогенной структуры.	ПК-1, ПК-2
		1	Гидравлическое сопротивление двухфазных потоков квазигомогенной структуры	Изучение гидравлического сопротивления двухфазных потоков квазигомогенной структуры	ПК-1, ПК-2
		1	Кольцевые двухфазные течения. Эмпирические методы расчета двухфазных потоков.	Изучение эмпирических методов расчета двухфазных потоков	ПК-1, ПК-2

1	2	3	4	5	6
5	Двухфазные течения в условиях теплообмена	2	Изменение структуры потока подлине обогреваемого канала.	Изучение особенностей изменения структуры потока подлине обогреваемого канала.	ПК-1, ПК-2
		2	Теплообмен при пузырьковом кипении.	Изучение особенностей теплообмена при пузырьковом кипении	ПК-1, ПК-2
		2	Теплообмен при кипении жидкости в условиях вынужденного движения	Изучение особенностей при кипении жидкости в условиях вынужденного движения	ПК-1, ПК-2
		2	Кризис теплообмена при кипении жидкостей в каналах.	Изучение кризиса теплообмена при кипении жидкостей в каналах.	ПК-1, ПК-2

6. Содержание практических занятий

Проведение практических занятий по дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала и выработка умений.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Математическое описание двухфазных систем	3	Общая форма законов сохранения. Закон сохранения массы. Закон сохранения импульса.	ПК-1, ПК-2
2	Основы гидростатики газожидкостных систем	3	Поверхностные явления. Общее уравнение гидростатического равновесия.	ПК-1-2, ПК-2
		2	Равновесная форма свободной поверхности жидкости, характеризующейся одним радиусом кривизны (капилляры, плоские задачи)	ПК-1-2, ПК-2
3	Волны на границе раздела фаз и устойчивость	1	Исследование результатов анализа.	ПК-1-2, ПК-2
		1	Волны на поверхности жидкости.	ПК-1, ПК-2
		1	Неустойчивость Тейлора.	ПК-1, ПК-2
4	Адиабатные двухфазные потоки в каналах	4	Количественные характеристики двухфазных потоков	ПК-1, ПК-2
		1	Структура (режимы течения) двухфазных потоков.	ПК-1, ПК-2
		1	Расчет истинного объемного паросодержания в потоках квазигомогенной структуры.	ПК-1, ПК-2
		1	Гидравлическое сопротивление двухфазных потоков квазигомогенной структуры	ПК-1, ПК-2

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры «Холодильной техники и технологии» с использованием компьютерного класса и графических проекторов.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Математическое описание двухфазных систем	10	Проработка теоретического материала.	ПК-1
2	Основы гидростатики газожидкостных систем.	8	Проработка теоретического материала.	ПК-1
3	Волны на границе раздела фаз и устойчивость	12	Проработка теоретического материала.	ПК-1
4	Адиабатные двухфазные потоки в каналах	12	Проработка теоретического материала.	ПК-1
5	Двухфазные течения в условиях теплообмена	12	Проработка теоретического материала, оформление расчетной и лабораторной работ,	ПК-1

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» 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 рейтинговой системе.

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение десяти лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	10	60	100
Итого:		60	100

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 разработаны согласно положению о Фондах оценочных средств, рассмотрены как составная часть рабочей программы и оформлены отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Механика двухфазных систем / Лабунцов Д.А.; Ягов В.В. — Moscow: Издательский дом МЭИ, 2007-386с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000366.html >. Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учеб. для машиностр. вузов. — 2-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1982. — 423 с	117 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т; Ю.И. Разинов, П.П. Суханов. Казань: КНИТУ, 2010. — 159 с.	206 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0849-7-Suhanov_Gidravlika.pdf

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов по спец. "Механика" / Л.Г. Лойцянский. — М.: Наука, 1973. — 847 с	10 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Механика двухфазных систем / Лабунцов Д.А.; Ягов В.В. — Moscow: Издательский дом МЭИ, 2000-373с.	8 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Куликов, А.С. Механика двухфазных систем. Сборник задач: учеб. пособие по курсу "Механика двухфазных систем" / Моск. энергет. ин-т (техн. ун-т). — М., 1999. — 68 с.: ил. — (Учебные пособия). — Библиогр.: с.67 (5 назв.).	1 экз. в УНИЦ КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» использование электронных источников информации:

1. Прикладной пакет для построения и расчёта циклов холодильных машин RefrigerationUtilities.

2. Электронная газета www.holodilshik.ru, форум интернет-журнала Холод-консультант.

3. Веб-сайты ведущих мировых производителей холодильного оборудования, в частности www.bitzer.ru, www.copeland.ru, www.york.ru, www.krioprom.ru

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» используются следующие средства для проведения занятий.

1. Лекционные занятия:

- а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем и т.д. по теме лекции;
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

2. Лабораторные занятия:

- а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;
- б) специализированное ПО *RefrigerationUtilities*.

3. Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

13. Образовательные технологии

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» не предусмотрены часы для проведения занятий в интерактивной форме по дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем» для бакалавров.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 «Механика двухфазных систем»
пересмотрена на заседании кафедры «Холодильной техники и технологии» *для направления 14.03.01 профиль подготовки «Техника и физика низких температур»*

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры)	Наличие измене- ний	Наличие изменений в списке литерату- ры*	Подпись разработ- чика РП	Подпись зав. кафедрой	Подпись начальника- УМЦ/ОМг/ ОАиД
1	№ <u>1</u> от <u>7.05</u> 2018	<i>нет</i>	<i>нет</i>			
	№ ____ от ____ 20__					
	№ ____ от ____ 20__					
	№ ____ от ____ 20__					

*Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.