

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

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 4. » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине

Механика жидкости и газа

Направление подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Профиль подготовки «Холодильная техника и технологии»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт химического и нефтяного машиностроения
Факультет энергомашиностроения и технологического оборудования

Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химической технологии»
Курс 2, семестр 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен 36	1,0
Всего	144	4

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №198 от 12.03.2015 по направлению 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (шифр) (наименование) для профиля «Холодильная техника и технологии», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года. Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент
(должность)


(подпись)

К.А. Алексеев
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол № 6 от 22.05.19

Зав. кафедрой, профессор


(подпись)

А.В. Клинов
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета энергомашиностроения и технологического оборудования от 29.06.2019г протокол № 9

Председатель комиссии, доцент

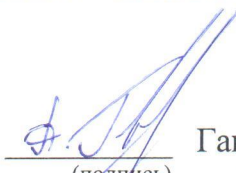

(подпись)

Хамидуллин М.С.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

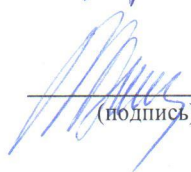
Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 4.07.2019г протокол № 6

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Гаврилов А.В.
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» являются:

- а) формирование знаний об основных законах гидромеханики, усвоение основных закономерностей формирования и движения потоков;
- б) ознакомление с устройством гидро- и пневмосистем;
- в) изучение методов расчета гидро- и пневмосистем
- г) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к базовой части ООП направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

Для успешного освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» бакалавр по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Высшая математика,
- б) физика,
- в) теоретическая механика,
- г) информационные технологии.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» является теоретической базой для всех последующих дисциплин, связанных с движением или равновесием жидкостей и газов, таких как:

- а) управление техническими системами,
- б) прикладная газовая динамика,
- в) механика двухфазных систем.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- 1) способность выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их анализа соответствующий физико-математический аппарат (ПК-1)
- 2) готовность применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) понятия: поток и его параметры (расход, живое сечение), режим течения (ламинарный, турбулентный), напор, потери напора, число и критерий подобия, гидравлическое сопротивление, рабочие параметры и характеристики насоса, кавитация, гидро- и пневмосистема (устройство);
- в) уравнения: неразрывности (расхода), Навье-Стокса, Бернулли, основной закон гидростатики и закон Паскаля;
- г) основные компоненты гидро- и пневмосистем (устройств).

2) Уметь:

- а) определять характер движения жидкостей и газов;
- б) определять параметры и режимы движения потока;

- в) рассчитывать силовое воздействие потока на преграду;
- г) оценивать работу гидро- и пневмосистем (устройств).

3) Владеть:

- а) методами технологических расчетов гидро- и пневмосистем;
- б) методами определения оптимальных и рациональных эксплуатационных режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Механика жидкости и газа»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя се- мestra	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего кон- троля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточ- ной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Параметры жидкости	4	1-2	2		2	7	
2	Основы гидромехани- ки	4	3-8	6		11	21	Защита лаборатор- ных работ
3	Прикладная гидроме- ханика	4	9- 14	6		10	21	Защита лаборатор- ных работ
4	Перемещение жидко- стей, сжатие и пере- мещение газов	4	15- 18	4		4	14	Защита лаборатор- ных работ
	Итого			18		27	63	
Форма аттестации				Экзамен (36 ч.)				

5. Содержание лекционных занятий по темам.

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций поз-
воляет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 18 часов.

№ п/п	Раздел дисципли- ны	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Парамет- ры жидкости	2			ПК-1, ПК-2
		2	Предмет и задачи дисциплины.	Жидкое и газообразное агрегатные со- стояния вещества. Модели сплошной среды. Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, текучесть, вяз- кость. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Давление. Поверхностное натяжение. Поток жидкости или газа. Классификация жидких сред. Закон Ньютона для жидкостного трения. Не- ньютоновские жидкости	
2	Тема 2. Основы гидромеханики.	6			ПК-1, ПК-2
		2	Кинематика	Основные понятия кинематики жидко- стей: элементарная струйка, живое сече- ние, расход. Виды движения жидкостей и газов. Средняя скорость и уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Рас- пределение скоростей по сечению круг- лой трубы при ламинарном и турбулент- ном течении. Дифференциальные урав- нения движения идеальной (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье- Стокса) жидкостей.	
		2	Гидростатика	Гидростатика: абсолютный и относи- тельный покой жидких сред, дифферен- циальные уравнения равновесия жидко- сти, основное уравнение гидростатики и закон Паскаля.	
		2	Уравнение Бернул- ли	Уравнение Бернулли для установивше- гося движения элементарной струйки	

				идеальной жидкости. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока вязкой жидкости. Коэффициент Кориолиса.	
3	Тема 3. Прикладная гидромеханика.	6			ПК-1, ПК-2
		2	Потери напора	Физическая природа и классификация гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине трубы при ламинарном и турбулентном течении (формула Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе. Потери напора в местных сопротивлениях.	
		2	Давление жидкости на стенку	Практическое применение закона Паскаля. Давление жидкости на смачиваемую стенку. Силовое воздействие установившегося потока на преграду. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубопроводах. Явление гидравлического удара. Понятие о волновых процессах в гидромагистралях. Формулы Жуковского для гидравлического удара. Способы ослабления гидравлического удара.	
		2	Гидравлический расчет трубопроводов	Виды трубопроводов. Типы задач. Расчет простого трубопровода. Характеристика трубопроводной сети. Расчет сложных трубопроводов. Основы расчета газопроводов. Понятие о технико-экономическом расчете трубопровода	
4	Тема 4. Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.	4			ПК-1, ПК-2
		2	Аппараты для перемещения жидкостей	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежу. Сравнительный анализ работы насосов различных типов.	
		2	Аппараты для сжатия и перемещения газов	Классификация компрессорных машин и их основные характеристики. Термодинамические основы процесса сжатия. Объемные компрессоры: поршневые, пластинчатые, водокольцевые, с двумя вращающимися поршнями; динамические компрессоры: центробежные, осевые. Сравнительный анализ работы компрессорных машин.	

6. Содержание практических занятий

Учебным планом для бакалавров по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Механика жидкости и газа».

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося закономерностей движения потоков жидкостей и газов, а также выработка студентами определенных умений, связанных с определением режимов течения жидкостей и газа, и навыков, связанных с выполнением расчетов гидравлических сопротивлений и выбора компонентов гидро- и пневмосистем.

Лабораторные работы проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторной работы	Краткое содержание работы	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Параметры жидкости	2			ПК-1, ПК-2
		2	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение течения жидкости в цилиндрической трубе круглого сечения. Определение значения числа Рейнольдса, соответствующего наблюдаемым режимам течения.	
2	Тема 2. Основы гидромеханики.	11			ПК-1, ПК-2
		4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Ознакомление с методикой измерения давлений и вакуума приборами. Измерение двух-трех значений избыточного давления и вакуума на свободной поверхности и в точке Д, погруженной в жидкость на глубину Н. Перевод измеренных значений давления в единицы СИ. Определение расчетных значений избыточного давления в точке Д по основному уравнению гидростатики и сравнение их с измеренными значениями. Определение расчетных значений абсолютного давления в точке Д.	
		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	Физический смысл уравнения Бернулли. Определение потерь напора в трубопроводе переменного сечения. Ознакомление со способами измерения средней и локальной скоростей движения жидкости.	
		3	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	Ознакомление с устройством и принципом измерения расхода с помощью диафрагмы. Измерение 5-6 значений расхода при различных положениях регулирующей задвижки. Сравнение полученных значений расхода с контрольными, измеренными по показаниям объемного крыльчатого водомера и секундомера. Построение тарифовочного графика по опытным данным.	
3	Тема 3. Прикладная гидромеханика.	10			ПК-1, ПК-2
		3	Определение потерь напора в	1) определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе по длине	

			прямой цилиндрической трубе	непосредственно из опыта при различных скоростях движения воды. Определение потерь напора по длине расчетным путем. Сравнение полученных опытных значений с вычисленными.	
		3	Определение потерь напора в запорных устройствах	Ознакомление с одним из видов местных сопротивлений – запорными устройствами (вентилем, задвижкой и краном). Экспериментальное определение потерь давления в полностью открытом вентиле и наполовину открытой задвижке ($h/D = 0,5$) при различных скоростях движения жидкости и сравнение этих потерь с расчетными или обратная задача: по найденному из опыта коэффициенту местного сопротивления задвижки найти степень ее открытия.	
		4	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	Ознакомление с конструкцией отверстий в «тонкой стенке», насадков и особенностями истечения из них. Определение по напору скоростей истечения воды через различные отверстия и цилиндрический насадок, сравнение полученных величин с опытными значениями, рассчитанными по измеренным координатам струи. Определение расхода воды при истечении через различные отверстия и цилиндрический насадок, сравнение полученных величин с опытными значениями, измеренными объемным методом. Расчет времени истечения воды через отверстие в «тонкой стенке» или цилиндрический насадок при переменном напоре и сравнение расчетного значения с опытным, измеренным с помощью секундомера.	
4	Тема 4. Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.	4			ПК-1, ПК-2
		4	Испытание центробежного насоса	Ознакомление с конструкцией насосной установки. Проведение испытания центробежного насоса типа Кс 10- 55/2. Построение рабочих характеристик насоса при постоянном числе оборотов по опытными и расчетным данным. Определение оптимальных параметров насоса при данном числе оборотов.	

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
2	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
5	Определение потерь напора в запорных устройствах	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
6	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
7	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	7	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
8	Испытание центробежного насоса	14	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ПК-1, ПК-2
	Итого	63		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа» используется балльно-рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

При расчете текущего рейтинга $R^{\text{тек}}$ за семестр каждая лабораторная работа оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5), работа считается зачтенной, если изначальный балл ≥ 3 . В случае несвоевременной сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0,8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0,6.

По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = K \left(\sum_{i=1}^n a_i B_i \right),$$

где a_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i (для лабораторных работ $a_i = 1$);

n – количество видов работ в семестре (1 – лабораторные);

K – множитель равный 12 для семестра, завершающегося экзаменом;

B_i - средний за семестр балл студента по работам вида i , рассчитывается по формуле:

$$B_i = \frac{1}{m} \left(\sum_{j=1}^m B_j \right),$$

где m – количество лабораторных работ в семестре – 8;

B_j - балл студента по лабораторной работе j .

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов.

Определение рейтинга и оценки по дисциплине

При положительной сдаче экзамена студент может набрать R^3 от 24 до 40 баллов. При этом каждый вопрос экзамена также оценивается пятибалльной шкале. Балл вопроса учитывается при расчете R^3 , если он ≥ 3 .

$$R^3 = 8 \left(\sum_{i=1}^v B_i^3 \right) / v,$$

где B_i^3 -балл за соответствующий экзаменационный вопрос,

v – количество вопросов в билете.

Рейтинг по дисциплине R^{disc} находится суммированием баллов текущего $R^{тек}$ и экзаменационного R^3 рейтингов. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов (см. таблицу).

Перевод итогового рейтинга в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{disc} < 60$ – неудовлетворительно;

$60 \leq R^{disc} < 73$ – удовлетворительно;

$73 \leq R^{disc} < 87$ – хорошо;

$87 \leq R^{disc} \leq 100$ – отлично.

Оценочные средства	Количество работ	Количество баллов за одну работу	
		min	max
Лабораторная работа	8	4,5	7,5
Экзамен	-	24	40
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Гидравлика и гидравлические машины: учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т ; Ю.И. Разинов, П.П. Суханов . Казань : КНИТУ, 2010 .— 159 с.	205 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0849-7-Suhanov_Gidravlika.pdf
2. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф.Павлов, П.Г. Романков, А.А.Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альян С, 2006. – 575 с.	481 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Учебники]: учеб. для машиностр. вузов .— 2-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1982 .— 423 с	99 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашاپова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1497 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ https://kstu.bibliotech.ru/Reader/Book/-9
2. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 12-е изд., стереотип., перераб. – М.: АльянС, 2006. – 750 с.	95 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Кузьмина, О.В. Механика жидкости и газа: учеб. пособие. Ч.1 / О.В. Кузьмина ; Моск. гос. строит. ун-т .— М. : Моск. гос. строит. ун-т, 2012 .— 124 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Комиссаров Ю.А., Гордеев Л.С., Вент Д.П. ПАХТ. Учебное пособие для подготовки бакалавров, магистров и дипломированных специалистов вузов. М.: Химия. 2011. – 1229 с.	167 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Ворожцов, О.В. Гидравлика и гидропневмопривод. Расчет сложного трубопровода с насосной подачей: учебно-метод. пособие / О.В. Ворожцов ; Псковский гос. ун-т .— Псков, 2013 .— 62 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Давыдов А.П., Валиуллин М.А., Каратаев О.Р. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов. [Электронный ресурс]: монография. Издательство КНИТУ 2014. 109 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ В эл. биб-ке КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Davidov-osnovy_mekhaniki_zhidkosti_i_gaza.pdf

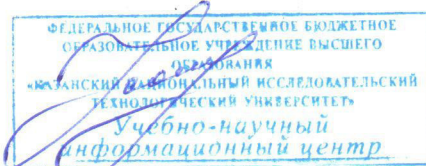
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» использование электронных источников информации:

1. Расчетные программы к лабораторным работам.
2. Расчетные программы для курсового проектирования, позволяющие осуществить выбор оптимального аппарата.
3. Программы формирования тестов для контроля и самоконтроля из банка заданий.
4. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ.
5. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
6. ЭБС «Рукопт» - <http://rucont.ru/>
7. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
8. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>
9. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Стандартная справочная база данных NIST
<https://webbook.nist.gov/chemistry/>.
2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>.

11. 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, который прилагается к рабочей программе.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:
 - а. комплект электронных лекций
2. Практические занятия:
 - а. лаборатория гидравлических установок, оснащенная необходимым оборудованием,
 - б. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
 - с. компьютерный класс.
3. Прочее:
 - а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
 - б. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Механика жидкости и газа»:

1. MS Office
2. Mathcad Education-University Edition

13. Образовательные технологии

Учебный план по изучению дисциплины «Механика жидкости и газа» для бакалавров по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» не предусматривает часов интерактивного обучения.