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
«__» 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Механика жидкости и газа»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Оборудование нефтегазопереработки»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет Институт химического и нефтяного машиностроения
Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химической технологии»
Курс 3, 5,6 семестр

	Часы			Зачетные единицы
	5 сем.	6 сем.	Итого:	
Лекции	2	4	6	0,17
Лабораторные занятия		8	8	0,22
Практические занятия				
Самостоятельная работа		121	121	3,36
Форма аттестации		Экзамен, 9	9	0,25
Всего	2	142	144	4

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20.10.2015
по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
(шифр) (наименование)
для профиля, «Оборудование нефтегазопереработки»
на основании учебного плана для обучающихся набора 2019 г.
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:
старший преподаватель каф. ПАХТ _____ Е.И. Кульментьева
(должность) (подпись) (Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол № 6 от 22.05. 2019г.

Зав. кафедрой, профессор _____ А.В. Клинов
(подпись) (Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО
Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 20.06 2019 г. протокол № 5

Председатель комиссии, доцент _____ Гаврилов А.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент _____ Китаева Л.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Механика жидкости и газа»:

а) формирование знаний об основных законах механики жидких и газообразных сред, силах и напряжениях, возникающих в жидких средах, теории гидродинамического подобия;

б) обучение способам применения измерительных приборов для определения характеристик потока жидкости, таких как давление, температура, расход, гидравлическое сопротивление;

в) раскрытие сущности процессов, происходящих при движении жидких сред в различных каналах, а также при истечении жидкостей из отверстий.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а)математика,

б)информационные технологии,

в) физика,

г) инженерная графика,

Дисциплина «Механика жидкости и газа» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) основы технологии машиностроения,

б) основы проектирования,

в) ремонт и монтаж технологического оборудования

Знания, полученные при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1) владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером (ОПК -2);

2) умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использование стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов (ПК-2)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) режимы течения сред, пограничные слои;

б) уравнения Эйлера, Бернулли, Навье-Стокса;

в) условия подобия гидродинамических процессов;

2) Уметь:

а) проводить расчеты и экспериментально определять характеристики течения жидкостей в элементах инженерных систем.

3) Владеть:

а) методами расчета жидких и газовых потоков;

б) приемами постановки инженерных задач для решения их коллективом специалистов различных направлений..

4. Структура и содержание дисциплины «Механика жидкости и газа». Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 ч.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Теоретические основы курса	5		2				*Защита контрольной работы Защита лабораторных работ*
		6				2	*31*	
2	Прикладная гидромеханика	6		2		4	*60*	*Защита лабораторных работ*
3	Гидравлические машины	6		2		2	*30*	*Защита контрольной работы Защита лабораторной работы*
	Итого			6		8	121	
	Форма аттестации:							*Экзамен, 9*

5 Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	***Тема 1. Теоретические основы курса.***	2	Предмет и задачи дисциплины Кинематика Гидростатика	Основные понятия кинематики жидкости: элементарная струйка, живое сечение, расход. Виды движения жидкостей и газов. Средняя скорость и уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном и турбулентном течении. Дифференциальные уравнения движения идеальной (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье-Стокса) жидкостей. Уравнение Бернулли для установившегося движения элементарной струйки идеальной жидкости. Гидростатика: абсолютный и относительный покой жидких сред, дифференциальные уравнения равновесия жидкости, основное уравнение гидростатики и закон Паскаля.	ОПК-2, ПК-2
2	***Тема 2. Прикладная гидромеханика.***	2	Потери напора Гидравлический расчет трубопроводов Неустановившееся	Физическая природа и классификация гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине трубы при ламинарном и турбулентном течении (формула Дарси-Вейесбаха). График Никурадзе.	ОПК-2, ПК-2

			движение жидкости	Местные гидравлические сопротивления, основная формула. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров. Виды трубопроводов. Типы задач. Расчет простого трубопровода. Характеристика трубопроводной сети. Расчет сложных трубопроводов. Основы расчета газопроводов. Понятие о технико–экономическом расчете трубопровода Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формулы Жуковского для прямого удара. Понятие о непрямом ударе. Способы ослабления гидравлического удара. Волновые процессы в магистралях гидроприводов.	
3	***Тема 3. Гидравлические машины***	2	Общие сведения о гидромашинах Лопастные насосы Объемные насосы	Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока. Уравнение Эйлера. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров. Полезный напор. Коэффициенты полезного действия. Характеристики центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Устройство, принцип действия и классификация поршневых насосов. Средняя производительность и закон подачи насоса. Неравномерность подачи и методы ее выравнивания. Определение инерционного напора. Допустимая высота всасывания. Воздушные колпаки. Индикаторная диаграмма. Конструкции поршневых насосов, их достоинства и недостатки.	ОПК-2, ПК-2

6. Содержание практических занятий

Учебным планом для бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» 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 практического, лабораторного занятия/семинара	Краткое содержание	Компетенции
1	**Тема 1. Теоретические основы курса**.	1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Визуальное наблюдение течения жидкости в цилиндрической трубе круглого сечения. Определение значения числа Рейнольдса, соответ-ствующего наблюдаемым режимам течения.	ОПК-2 ПК-2
2		1	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 избы- точного давления в точке Д по основному уравнению гидростатики и сравнение их с измеренными значениями; определение расчетных значений абсолютного давления в точке Д	ОПК-2 ПК-2
3	**Тема 2. Прикладная гидромеханика**	2	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; построение диаграммы Бернулли.	ОПК-2 ПК-2
4		2	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	Определение потерь напора из опыта при различных скоростях движения воды; определение потерь напора по длине расчетным путем; сравнение полученных опытных значений с вычисленными	ОПК-2 ПК-2
5	**Тема 3. Гидравлические машины**	2	Испытание центробежного насоса	Ознакомление с конструкцией насосной установки; проведение испытания центробежного насоса; построение рабочих характеристик насоса по опытным и расчетным данным; определение оптимальных параметров насоса при данном числе оборотов.	ОПК-2 ПК-2

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	5	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	5	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
3	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
4	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
5	Испытание центробежного насоса	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2
6	Гидростатика. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на стенки сосудов (плоские и криволинейные поверхности). Гидродинамика. Классификация жидкостей. Виды движения жидкости. Поток жидкости и его геометрические элементы и гидравлические параметры. Гидравлическое сопротивление аппаратов и трубопроводов. Сопротивление круглых трубопроводов по длине (формулы Пуазейля и Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе. Движение жидкости в некруглых трубах. Местные гидравлические сопротивления. Расчет простых и сложных трубопроводов. Особенности течения газа. Классификация насосов. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД. Динамические (лопастные) насосы. Устройство и принцип действия центробежных насосов. Формула напора. Рабочие характеристики. Работа центробежного насоса на сеть. Формулы пропорциональности. Вихревые и осевые насосы. Принцип действия, конструкции и сравнительная характеристика. Объемные насосы. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Производительность и закон подачи. Графики подач. Сравнительный анализ работы насосов различных типов.	92+7=99	Контрольная работа. Подготовка к экзамену.	ОПК-2, ПК-2
Итого:		121		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

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

При расчете текущего рейтинга $\mathbf{R}^{\text{тек}}$ за семестр каждая работа студента (лабораторная, контрольная работа) оценивается по пятибалльной шкале (возможны дроб-

ные оценки, например, 3,8 или 4,5), работа считается зачтённой, 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:

$$\mathbf{R^{тек} = K(\sum_{i=1}^{n} a_i Б_i)},$$

где $\mathbf{a_i}$ - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i (для лабораторных работ $\mathbf{a_л = 0,6}$; контрольная работа $\mathbf{a_к = 0,4}$);

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

К – множитель равный 20 для семестра без экзамена;

$\mathbf{Б_i}$ - средний за семестр балл студента по работам вида i, рассчитывается по формуле:

$$\mathbf{Б_i = \frac{1}{m}(\sum_{j=1}^{m} Б_j)},$$

где **m** – количество лабораторных работ в семестре – 2;

$\mathbf{Б_j}$ - балл студента по лабораторной работе j.

Процедура оценивания знаний в БРС

Форма оценочного средства	Кол-во	Минимальные баллы	Максимальные баллы
Защита лабораторных работ	5	33	50
Защита контрольной работы	1	3	10
Экзамен	1	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.	206 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.	485 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Учебники]: учеб. для машиностр. вузов .— 2-е изд., перераб. — М. : Машиностроение, 1982 .— 423 с	117 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. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1540 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.	99 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.	1 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 «Руконт» - 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 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:
   a. комплект электронных лекций
2. Практические занятия:
   a. лаборатория гидравлических установок, оснащенная необходимым оборудованием,
   b. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
   c. компьютерный класс.
3. Прочее:
   a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
   b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Лицензированное 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

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов. Для проведения лабораторных работ на кафедре разработаны компьютерные программы, позволяющие студентам обрабатывать результаты на компьютере, сравнивая полученные данные с экспериментальными и собственными расчетами. При защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» составляют 2 часа аудиторных занятий, требуемых учебным планом, из низ 2 часа предполагается на лабораторные работы.