

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

«01.» 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Гидравлика»

Специальность 20.05.01 «Пожарная безопасность»

(шифр)

(наименование)

Специализация «Пожарная безопасность химических производств»

Квалификация выпускника СПЕЦИАЛИСТ

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХТИ, ФЭМИ

Кафедра–разработчик рабочей программ «Процессы и аппараты химической технологии»

Курс, семестр 2; 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	36	1
Практические занятия		
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	Экзамен (36)	1
Всего	144	4

Казань 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №851 от 17.08.2015г. по специальности

(номер, дата утверждения)

20.05.01 «Пожарная безопасность» для специализации «Пожарная безопасность химических производств» на основании учебного плана набора обучающихся 2018 года.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

старший преподаватель каф. ПАХТ
(должность)


(подпись)

Кульментьева Е.И.
(Ф.И.О.)

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

Зав. кафедрой ПАХТ


(подпись)

Клинов А.В.
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ

от 21.06. 2019г. № 6

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Базотов В.Я.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета

от 20.06. 2019г. № 5

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Гаврилов А.В.
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидравлика»:

- а) формирование знаний об основных законах гидравлики, 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 «Гидравлика» относится к базовой части ООП и формирует у специалистов по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Гидравлика» специалист по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика и информационно-коммуникационные технологии,*
- в) физика,*
- г) инженерная и компьютерная графика,*

Дисциплина «Гидравлика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) теоретическая механика,*
- б) противопожарное водоснабжение,*
- в) пожарная безопасность в строительстве,*
- г) пожарная безопасность технологических процессов,*
- д) технологическая и пожарная безопасность производств энергонасыщенных материалов,*
- е) технология изготовления средств объемного пожаротушения.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Гидравлика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОК-7 – способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

ПК-11 – способность использовать инженерные знания для организации рациональной эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники.

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;
г) термогазодинамику пожаров в помещении.
- 2) Уметь: а) проводить расчеты и экспериментально, используя творческий потенциал определять необходимые характеристики течения жидкостей в элементах инженерных систем;
б) самостоятельно проводить термодинамический анализ пожара в помещении, повышая уровень саморазвития;
г) осуществлять расчеты избыточных давлений при гидроударе, при движении жидкости.
- 3) Владеть: а) методами расчета жидких и газовых потоков;
б) приемами постановки инженерных задач для решения их коллективом специалистов направления пожарной безопасности.

в) навыками решения технических задач движения жидких сред, которые помогут самореализоваться в области тушения пожаров.

4. Структура и содержание дисциплины «Гидравлика». Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам)
				Лекция	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС	
1	Гидростатика	4	1-2	2		4	6	лабораторная работа, тест
2	Гидродинамика.	4	3-6	4		8	12	лабораторная работа, реферат, тест
3	Гидравлические сопротивления	4	7-12	6		16	18	лабораторная работа, реферат, тест
4	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	4	13-18	6		8	18	лабораторная работа, реферат, тест
	ИТОГО	4		18		36	54	Экзамен, (36)

5. Содержание лекционных занятий по темам.

Курс рассчитан на 18 часов. Общая трудоемкость составляет 1 зачетная единица.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1.	Гидростатика	1	Основные физические свойства жидкостей	Понятия механики сплошных сред. Идеальная, несжимаемая жидкость. Нестационарное, стационарное, установившееся и неустойчивое течение. Основные свойства гетерогенных и гомогенных жидких сред. Предмет механики жидкости и газа. Практическое применение. Свойства капиллярной жидкости и газа. Плотность, удельный вес, сжимаемость и обобщенный закон Гука, вязкость и закон Ньютона. Силы и напряжения действующие в жидких средах. Сжимаемые среды.	ОК-7 ПК-11
		1	Дифференциальные уравнения Эйлера для покоящейся жидкости	Свойства гидростатического давления. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости в декартовой системе координат (уравнения Эйлера). Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Эпюры давления. Сила давления жидкости на плоские стенки. Центр давления. Приборы для измерения давления.	ОК-7 ПК-11
2.	Гидродинамика	2	Установившееся стационарное течение жидкости	Теория подобия. Кинематика. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: поле скоростей, линия и трубка тока, струйка тока, живое сечение, труба и канал, смачиваемый периметр, объемный и массовый расход жидкости, средняя скорость, уравнения неразрывности несжимаемой и сжимаемой жидкости. Уравнения Бернулли для ста-	ОК-7 ПК-11

				ционарного течения идеальной и вязкой жидкости. Физический смысл уравнения Бернулли.	
		2	Режимы течения. Основы гидродинамического подобия	Опыты Рейнольдса. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости и газа. Критерий Рейнольдса. Теория гидродинамического подобия. Гидродинамические критерии подобия. Основные понятия теории пограничного слоя. Коэффициенты Буссинеска и Кориолиса для ламинарного течения жидкости	ОК-7 ПК-11
3.	Гидравлические сопротивления	3	Потери напора на трение	Потери напора на трение по длине трубы при ламинарном режиме течения. Формула Гагена – Пуазейля. Особенности турбулентного течения жидкости и газа. Эпюра скоростей в поперечном сечении цилиндрической трубы турбулентного потока. Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубы. Абсолютная и относительная шероховатость. Гидравлическая гладкая и шероховатая труба. Области сопротивления. Формулы для определения коэффициентов, области их применения. Графическое определение коэффициента. График Никурадзе.	ОК-7 ПК-11
		3	Местные гидравлические сопротивления. Гидравлический удар	Основные виды местных сопротивлений. Потери напора в местных сопротивлениях. Формула Вейсбаха. Гидравлические коэффициенты местных сопротивлений. Явление гидравлического удара. Прямой и не прямой гидравлический удар. Фаза удара. Формула Жуковского для определения давления возмущения при гидравлическом ударе. Способы уменьшения гидравлического удара в трубах. Применение гидравлического удара в гидромашинах и при интенсификации процессов.	ОК-7 ПК-11
4.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	2	Истечение жидкости из отверстий, насадков. Гидравлический расчет трубопроводов	Истечение через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение через насадки при постоянном напоре. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов). Патрубок. Простой и сложный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов.	ОК-7 ПК-11
		4	Гидравлические машины. Сжатие и перемещение газов	Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных машин. Основная характеристика машин: подача (расход), напор, мощность, КПД. Основные параметры насосной установки. Основы теории лопастных насосов. Центробежные насосы. Уравнение Эйлера. Коэффициенты полезного действия. Характеристика центробежных насосов. Работа насоса в установке. Рабочая точка. Лопастные насосы. Принцип действия, область применения. Кавитация в лопастных насосах. Насосы возвратно – поступательного действия. Устройство и области применения поршневых, плунжерных и диафрагменных насосов. Графики подачи и способы ее выравнивания. Классификация и области применения роторных насосов различных типов: шестеренчатых, пластинчатых, роторно-поршневых. Сжатие и перемещение газов. Классификация компрессорных машин. Термодинамические основы сжатия газа. Многоступенчатое сжатие газа. Турбокомпрессоры.	ОК-7 ПК-11

6. Практические занятия по дисциплине «Гидравлика» не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствования навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств. Принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Гидростатика	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.	ОК-7 ПК-11
2	Гидродинамика	4	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	ОК-7 ПК-11
		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; построение диаграммы Бернулли.	ОК-7 ПК-11

3	Гидравлические сопротивления	4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	Ознакомление с устройством и принципом измерения расхода с помощью диафрагмы; сравнение полученных значений расхода с контрольными, измеренными по показаниям объемного крыльчатого водомера и секундомера; построение тарифовочного графика по опытным данным.	ОК-7 ПК-11
		4	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.	ОК-7 ПК-11
		4	Определение потерь напора в запорных устройствах	Ознакомление с одним из видов местных сопротивлений – запорными устройствами; экспериментальное определение потерь давления в полностью открытом вентиле и наполовину открытой задвижке при различных скоростях движения жидкости и сравнение этих потерь с расчетными или обратная задача: по найденному из опыта коэффициенту местного сопротивления найти степень ее открытия.	ОК-7 ПК-11
		4	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	Истечение через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение через насадки при постоянном напоре. Определение скорости и расхода воды. Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре (опорожнение сосудов). Патрубок. Цилиндрический насадок.	ОК-7 ПК-11
4.	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	8	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.	ОК-7 ПК-11

**Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры.*

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7 ПК-11
2	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7 ПК-11
3	Реферат «Подобие гидродинамических процессов»	6	Анализ учебной и современной литературы, оформление реферата	ОК-7 ПК-11
4	Определение потерь напора в прямой тру-	4	Подготовка к лабораторной работе, обра-	ОК-7

	бе круглого сечения		ботка результатов, оформление отчета	ПК-11
5	Реферат «Гидравлический удар в инженерных системах пожарной безопасности»	8	Анализ учебной и современной литературы, оформление реферата	ОК-7 ПК-11
6	Определение потерь напора в запорных устройствах	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7 ПК-11
7	Реферат «Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке и цилиндрический насадок»	8	Анализ учебной и современной литературы, оформление реферата	ОК-7 ПК-11
8	Реферат «Термогазодинамика пожаров в помещении »	8	Анализ учебной и современной литературы, оформление реферата	ОК-7 ПК-11
9	Испытание центробежного насоса	4	Подготовка к лабораторной работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-7 ПК-11
10	Гидростатика. Гидродинамика, Гидравлические сопротивления. Перемещение жидкостей.	4	Подготовка к тестированию	ОК-7 ПК-11

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

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

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные 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:

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

где B_i - средний за семестр балл студента по работам вида i ;

a_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ;

n – количество видов работ в семестре (лабораторные);

K – множитель равный 12.

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов. По дисциплине «Гидравлика» предусмотрены работы. Распределение весовых множителей следующее: $a_{\text{л}} = 1$.

Определение итогового рейтинга и оценки по дисциплине

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

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

Где $B_i^э$ -балл за соответствующий экзаменационный вопрос, v – количество вопросов в билете.

Итоговый рейтинг по дисциплине $R^{\text{дис}}$ находится суммированием баллов текущего $R^{\text{тек}}$ и экзаменационного $R^э$ рейтингов. Перевод итогового рейтинга в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

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

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

$73 \leq R^{\text{дис}} < 87$ – хорошо;

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

При изучении дисциплины «Гидравлика» предусматривается экзамен, 4 реферата, выполнение восьми лабораторных работ и тест. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов. За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Форма оценочного средства	Кол-во	Min баллы	Max баллы
Лабораторная работа	8	28	40
Реферата	4	3	10
Тест	1	5	10
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

9. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10. Основная литература

При изучении дисциплины «Гидравлика» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

10.1 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 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 [Учеб-ники]: 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. Абдулкашاپова, 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 «Гидравлика» используются следующие электронные источники информации:

1. Расчетные программы к лабораторным работам.
2. Программа формирования тестов для контроля и самоконтроля из банка заданий.
3. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры Пахт.
4. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
5. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа:
<http://ft.kstu.ru/ft/>
6. ЭБС «Руконт»- <http://rucont.ru/>
7. ЭБС «Лань»- <http://e.lanbook.com/>
8. ЭБС «Книгафонд»- <http://www.knigafund.ru/>
9. ЭБС «IPRbooks»- <http://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>.
3. Профессиональная справочная система техэксперт. Доступ свободный: <https://tech.company-dis.ru/>
4. Учимся создавать чертежи и трехмерные модели. Доступ свободный: www.mysapr.com

11. Оценочные средства для определения результатов 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Лабораторные занятия
 - a. лаборатория гидравлики, 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 учебном процессе при освоении дисциплины «Гидравлика»

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины:

1. MS Office
2. Mathcad Education-University Edition