

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

Гидравлика и гидравлические машины

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Электропривод и автоматика»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт управления, автоматизации и информационных технологий
Факультет управления и автоматизации

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

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

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №144 от 28.02.2018г. по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» на основании учебного плана для набора обучающихся 2019 года.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



Кузнецов В.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Процессов и аппаратов химической технологии, протокол № 6 от 22.05.19

Зав. кафедрой, профессор



Клинов А.В.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры Электропривода и электротехники от 17.06.19 протокол № 6

Зав. кафедрой, профессор



Макаров В.Г.

УТВЕРЖДЕНО

Нач. УМЦ, доцент



Китаева Л.А.

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах гидравлики, гидравлических машин и конструкции насосов,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров гидравлических сетей,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности гидравлических, промышленных гидравлических процессов, происходящих в сетях и гидравлических машинах.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Гидравлика и гидравлические машины» относится к части ООП, формируемой участниками образовательных отношений направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Для успешного освоения дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) высшая математика,*
- б) физика,*
- в) техническая механика,*

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

- а) электропривода нефтяной и газовой промышленности,*
- б) электропривода нефтедобывающей промышленности.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» могут быть использованы при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

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

Компетенция:

УК-1 – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

Индикаторы достижения компетенции:

УК-1.1 – Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа;

УК-1.2 – Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-1.3 – Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач;

Компетенция:

ПК-1 – Способен проводить анализ данных предпроектного обследования технологического оборудования, для которого разрабатывается система электропривода;

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-1.1 – Знает методики сбора и анализа данных для проведения предпроектного обследования технологического оборудования, для которого разрабатывается система электропривода;

ПК-1.2 – Умеет проводить анализ технического задания на предпроектное обследование оборудования, для которого разрабатывается система электропривода;

ПК-1.3 – Владеет навыками подготовки отчета о выполненном предпроектном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: методики поиска и сбора информации о свойствах жидкостей и газов, методиках расчета и проектирования гидравлических систем;

2) Уметь: применять полученную из разных источников информацию для анализа полученного технического задания на обследование гидравлических систем и их проектирование;

3) Владеть: навыками подготовки отчета на основе критического анализа и синтеза полученной информации при выполнении предпроектного обследования гидравлических систем.

4. Структура и содержание дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Параметры жидкости	5	1	2		2	6	
2	Основы гидромеханики	5	2-3	6		4	18	Защита лабораторных работ
3	Прикладная гидромеханика	5	3-9	12		8	18	Защита лабораторных работ
4	Гидравлические машины	5	10-18	16		4	12	Защита лабораторных работ
	Итого			36		18	54	
Форма аттестации					Зачет			

5. Содержание лекционных занятий по темам

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 36 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Тема 1. Параметры жидкости	2			УК-1.1, УК-1.3, ПК-1.1
		2	Предмет и задачи дисциплины.	Жидкое и газообразное агрегатные состояния вещества. Модели сплошной среды. Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, текучесть, вязкость. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Давление. Поверхностное натяжение. Поток жидкости или газа. Классификация жидких сред. Закон Ньютона для жидкостного трения. Неньютоновские жидкости	
2	Тема 2. Основы гидромеханики.	6			УК-1.1, УК-1.3, ПК-1.1
		2	Кинематика	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.	
		2	Гидростатика	Гидростатика: абсолютный и относительный покой жидких сред, дифференциальные уравнения равновесия жидкости, основное уравнение гидростатики и закон Паскаля.	
		2	Уравнение Бернулли	Уравнение Бернулли для установившегося 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.	12			УК-1.1, УК-1.3, ПК-1.1
		2	Потери напора	Физическая природа и классификация гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине трубы при ламинарном и турбулентном течении (формула Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе.	
		2	Потери напора в местных сопротивлениях	Местные гидравлические сопротивления, основная формула. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров. Частные виды местных сопротивлений: вход в трубу, внезапное расширение, диффузоры и др.	
		2	Истечение жидкости через отверстия	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты скорости, сжатия и расхода. Особенности истечения через насадки. Истечение жидкости при переменном напоре.	
		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	
		2	Неустановившееся движение жидкости	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 магистральных гидроприводах.	
		2	Основы динамики двухфазовых потоков	Параметры и режимы истечения двухфазных потоков. Уравнения движения двухфазного потока.	
4	Тема 4. Гидравлические машины	16			УК-1.1, УК-1.3, ПК-1.1
		2	Общие сведения о гидромашинах	Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД.	

		2	Лопастные насосы	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. Основные сведения об осевых насосах.	
		2	Лопастные насосы Вихревые насосы	Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Насосные установки. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах. Допустимая высота всасывания. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика, области применения.	
		2	Объемные насосы	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.	
		2	Объемные насосы	Устройство, принцип действия и классификация роторно-поршневых пластинчатых, шестерных и винтовых насосов. Основные параметры и области их применения.	
		2	Гидропривод	Принцип действия и классификация объемных гидроприводов. Основные элементы. Объемные гидродвигатели (гидроцилиндры, поворотные и роторные гидродвигатели). Гидроаппаратура (распределители, клапаны, дроссели). Области применения объемных гидроприводов.	
		2	Гидродинамические передачи	Назначение и области применения гидродинамических передач. Гидродинамические муфты и трансформаторы. Устройство, рабочий процесс, основные параметры.	
		2	Компрессорные машины	Классификация компрессорных машин. Особенности сжатия газов. Процессы сжатия газа в компрессорной машине, КПД. Поршневые, ротационные, центробежные и осевые компрессорные машины. Основные правила эксплуатации компрессорных машин.	

6. Содержание практических занятий

Учебным планом для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины».

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	Индикаторы достижения компетенции
1	Тема 1. Параметры жидкости	2			УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		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.	4			УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		2	Измерение давления и вакуума 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.	
		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.	
3	Тема 3. Прикладная гидромеханика.	8			УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		4	Определение потерь напора в прямой	1) определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе по длине непосредственно из опыта при различных скоростях движения	

			цилиндрической трубе	воды. Определение потерь напора по длине расчетным путем. Сравнение полученных опытных значений с вычисленными.	
		4	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	Тема 4. Гидравлические машины	4			УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
		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 опытным 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	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
5	Определение потерь напора в запорных устройствах	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
6	Испытание центробежного насоса	9	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
	Итого	54		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» 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 контроля.

При расчете текущего рейтинга $R^{тек}$ за семестр каждая лабораторная работа студента 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:

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

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 20 для семестра без экзамена;

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 – 6;

B_j - балл студента по лабораторной работе j .

Таким образом, для получения зачета текущий рейтинг студента должен составить от 60 до 100 баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Количество работ	Количество баллов за одну работу	
		min	max
Лабораторная работа	6	10	16,7
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» 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 (доступ с IP адресов КНИТУ)
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:

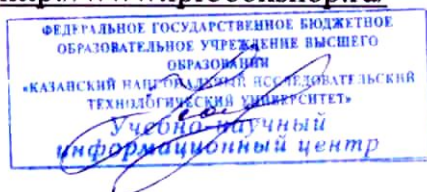
Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашاپова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова .— Казань, 2005 .— 235 с.	1487 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. 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 (доступ с IP адресов КНИТУ)

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» использование электронных источников информации:

1. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ.
2. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
3. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:
УНИЦ КНИТУ



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, в том числе отечественного производства, 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 «Гидравлика и гидравлические машины» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» предусматривает интерактивные методы обучения в ходе лекционных и лабораторных занятий в общем объеме 8 часов. Интерактивные методы не заменяют лекционные занятия, но способствуют лучшему усвоению лекционного материала и формируют знания, отношения, навыки поведения.

При использовании интерактивных форм обучения преподаватель перестаёт быть центральной фигурой, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, консультирует, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана.