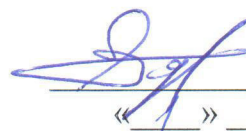


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 11 » 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине

Б1.В.ДВ.11.1 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
Самостоятельная работа	18	0,5
Форма аттестации	Зачет. 5 семестр	
Всего	72	2

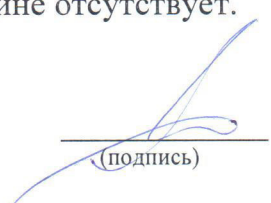
Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №955 от 03.09.2015 по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(шифр) (наименование)
для профиля (специальности) «Электропривод и автоматика»,
на основании учебного плана набора обучающихся 2014, 2015, 2016, 2017 годов.
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

ассистент

(должность)

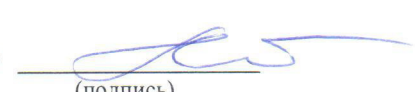

(подпись)

К.А. Алексеев

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол №2 от 20.10.17.

Зав. кафедрой, профессор


(подпись)

А.В. Клинов

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета управления и автоматизации от 23.10.2017 протокол № 3

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Зарипов Р.Н.

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 30.10.2017 протокол № 7

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 «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 дисциплинам по выбору вариативной части ООП 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) математика,
- б) физика,
- в) теоретическая механика,
- г) прикладная 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,
- в) инжиниринг электропривода.

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

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

- 1) способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК -2);
- 2) готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) основы теории переноса импульса и массы;
 - б) принципы физического моделирования гидравлических процессов;
 - в) основные уравнения покая и движения жидкостей;
 - г) конструктивные и технологические особенности насосов;
 - д) методы расчета рабочих параметров различных типов насосов.
- 2) Уметь: а) определять характер движения жидкостей и газов;
 - б) рассчитывать параметры гидравлических сетей и выбирать насос для конкретной гидравлической сети.
- 3) Владеть: а) навыками проектирования простейших гидравлических сетей с выбором насоса;
 - б) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы насосно-гидравлических систем.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 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	Лабораторные работы	СРС	
1	Параметры жидкости	5	1	2	2	2	
2	Основы гидромеханики	5	2-3	6	4	6	Защита лабораторных работ
3	Прикладная гидромеханика	5	3-9	12	8	6	Защита лабораторных работ
4	Гидравлические машины	5	10-18	16	4	4	Защита лабораторных работ
							зачет
	Итого			36	18	18	

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	Компетенции
1	Тема 1. Параметры жидкости	2			ОПК-2, ПК-5
		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			ОПК-2, ПК-5
		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			ОПК-2, ПК-5
		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 двухфазных потоков	Параметры и режимы истечения двухфазных потоков. Уравнения движения двухфазного потока.	
4	Тема 4. Гидравлические машины	16			ОПК-2, ПК-5
		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.	

				ния.	
		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 «Электротехника 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	Компетенции
1	Тема 1. Параметры жидкост	2			ОПК-2, ПК-5
		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			ОПК-2, ПК-5
		2	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.	
		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			ОПК-2, ПК-5
		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	1) определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе по длине непосредственно из опыта при различных скоростях движения 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 пол-	

				ностью открытым вентилем и наплавину 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			ОПК-2, ПК-5
		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	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
3	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
5	Определение потерь напора в запорных устройствах	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
6	Испытание центробежного насоса	3	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОПК-2, ПК-5
	Итого	18		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего контроля.

При расчете текущего рейтинга $R_{\text{тек}}$ 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:

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

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 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
Поощрительные баллы за работу у лабораторного стенда	-	-	4
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.	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. 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

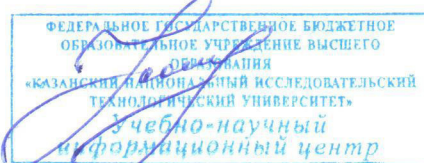
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» 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



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.

13. Образовательные технологии

Учебный план по изучению дисциплины «Гидравлика и гидравлические машины» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» не предусматривает часов интерактивного обучения.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины»

пересмотрена на заседании кафедры Процессы и аппараты химической технологии

№ п/п	Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМГ/ОАи Д
1	протокол №11 от 30.08.2018	нет	нет	