



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ

Наименование института

Н.Д. Чичирова

«28» 10 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидравлика в теплотехнологиях

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) (профиль(и))

Энергообеспечение предприятий

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

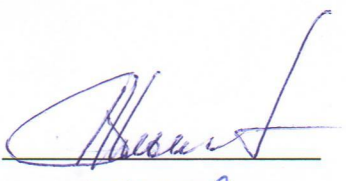
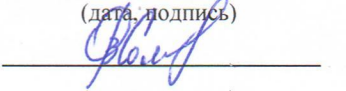
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

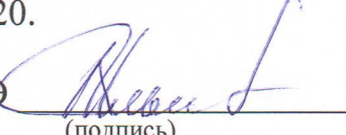
Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. Приказом Минобрнауки России № 143 от 28.02.2018

(наименование ФГОС ВО, номер и дата утверждения приказом Минобрнауки России)

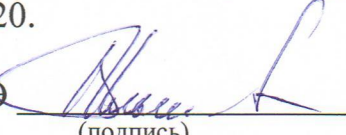
Программу разработал(и):

<u>зав.каф.ЭЭ, д.т.н.</u>		<u>Ильин В.К.</u>
(должность, ученая степень)	(дата, подпись)	(Фамилия И.О.)
<u>доцент каф.ЭЭ, к.ф-м.н</u>		<u>Соловьева О.В.</u>
(должность, ученая степень)	(дата, подпись)	(Фамилия И.О.)

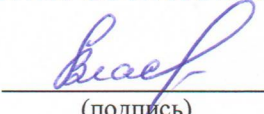
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Энергообеспечение предприятий и энергосберегающие технологии», протокол № 3 от 02.10.2020.

Заведующий кафедрой ЭЭ  В.К. Ильин
(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры «Энергообеспечение предприятий и энергосберегающие технологии», протокол № 3 от 02.10.2020.

Заведующий кафедрой ЭЭ  В.К.Ильин
(подпись)

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики  С.М. Власов
(подпись)

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Гидравлика в теплотехнологиях» является развитие у студентов способности самостоятельно решать в будущей инженерной деятельности многочисленные вопросы, непосредственно связанные с работой различных гидравлических устройств, ориентироваться в производственных условиях их работы и находить в зависимости от условий соответствующие технические решения.

Задачи дисциплины: иметь представление об основных принципах, используемых в гидравлике при изучении общих законов равновесия и движения жидкостей и газов, а также современных методик применения этих законов и точности гидравлических расчетов при решении инженерных задач, связанных с использованием жидкостей и газов; знать и уметь использовать теоретические основы гидравлики и гидропневмопривода и их расчетные формулы, законы движения жидкостей и газов, физическую сущность явлений, изучаемых гидравликой; формы движения жидкости и уравнения, которыми они описываются; иметь опыт проведения расчетов равномерного и неравномерного движения жидкости и газа; рассчитывать трубопроводы.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.1 Производит расчет параметров системы энергообеспечения предприятия	<i>Знать:</i> технические расчеты необходимых параметров оборудования подбор оборудования по расчетным характеристикам, с использованием каталогов и нормативно – справочной литературы <i>Уметь:</i> правильно применять гидравлические расчеты при решении практических задач правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач по выбору схемы проведения процессов, конструкции аппаратов и по определению их режимных параметров <i>Владеть:</i> основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач

ПК-1 Способен применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения предприятия	ПК-1.1 Осуществляет сбор информации, анализ и обработку технических решений систем энергообеспечения предприятия	<i>Знать:</i> основные термины и определения в области гидравлики устройство и работу насосов, систем насосных установок, сущность протекающих процессов <i>Уметь:</i> использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по гидравлике <i>Владеть:</i> методами анализа и визуализации результатов решения в рамках своей профессиональной компетенции.
ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК-3.2 Проектирует систему энергообеспечения предприятия с помощью средств автоматизации	<i>Знать:</i> методику расчета и проектирования гидропередат; составление схем гидравлических и пневматических передат. <i>Уметь:</i> самостоятельно проводить расчеты аппаратов, работать на лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, анализировать расчетные методики, проектировать типовые процессы и аппараты <i>Владеть:</i> методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике применительно к профессиональной деятельности бакалавров.
ПК-1 Способен применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения предприятия	ПК-1.2 Производит выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов проекта энергообеспечения предприятия	<i>Знать:</i> основные законы гидростатики, кинематики и динамики движущихся потоков особенности движения жидкостей и газов по трубам (трубопроводам) <i>Уметь:</i> использовать гидравлические устройства и тепловые установки в производстве оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации <i>Владеть:</i> целями и задачами гидравлических расчетов

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Гидравлика в теплотехнологиях относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-3	Технические измерения	
ОПК-1	Технические измерения	
УК-8	Системы теплоснабжения	
УК-1	Технические измерения	
ОПК-3	Теоретические основы теплотехники	
ОПК-2	Теоретические основы теплотехники	
ОПК-5	Технические измерения	
ПК-1		Основы надежности систем энергообеспечения
ПК-2	Системы теплоснабжения	
ПК-1	Системы теплоснабжения	
ПК-3		Основы надежности систем энергообеспечения
ПК-3	Системы теплоснабжения	
ПК-4		Надзор, согласование, утверждение и приемка проектов систем энергообеспечения

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные положения теории тепломассообмена, как специальной теплотехнической дисциплины;
- способы теплопередачи, основные закономерности тепломассообмена при стационарном и нестационарном режимах.

Уметь:

- рассчитывать показатели, параметры теплообмена, выбирать рациональные системы теплоснабжения, охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли;
- работать с лабораторным оборудованием для теплотехнических измерений;
- проводить теплотехнические измерения, обрабатывать результаты измерений.

Владеть:

- навыками расчета и анализа тепловых процессов, теплообменных аппаратов и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;
- навыками проведения теплотехнических измерений.

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС					
		Занятия лекционного типа					
		Занятия практического / семинарского типа					
		Лабораторные работы					
		Групповые консультации					
		Самостоятельная работа студента, в т.ч.					
		Контроль самостоятельной работы (КСР)					
		подготовка к промежуточной аттестации					
		Сдача зачета / экзамена					
	Итого						
Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)							
Литература							
Формы текущего контроля успеваемости							
Формы промежуточной аттестации							
Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе							

Раздел 1. Теоретические основы дисциплины

[illegible]

6. Общие понятия о насосах.	7	2	2	4		4				12	ПК-1.1 -32, ПК-1.1 -B1, ПК-1.2 -У1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -32, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -B1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л1.3, Л2.2	Опр., Контр	Э	16
Раздел 7. Итоговая аттестация															
Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена. Сдача экзамена	7				2		2	35	1	40	ПК-1.1 -32, ПК-1.2 -32, ПК-3.1 -B1, ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -У1, ПК-1.1 -B1, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -B1, ПК-3.1 -31, ПК-3.1 -32, ПК-3.1 -У1, ПК-3.1 -У2, ПК-3.2 -31, ПК-3.2 -У1, ПК-3.2 -B1	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Экзамен		40
ИТОГО	7	16	16	8	2	28	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Классификация основных процессов теплотехнологий. Гипотеза сплошности среды. Режимы движения жидких сред. Силы и напряжения, действующих в жидких средах. Механизмы и уравнения переноса субстанций. Законы сохранения массы, энергии и импульса.	4
2	Основное уравнение гидростатики. Абсолютное и избыточное давление, вакуум, приборы для их измерения. Закон Паскаля. Сила давления жидкости. Закон Архимеда.	4
3	Основные понятия движения жидкости. Расход и средняя скорость жидкости. Понятие живого сечения жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.	2
4	Виды гидравлических сопротивлений. Режимы движения жидкостей. Критерий Рейнольдса. Общее выражение для потерь напора на трение при равномерном движении жидкости в трубах. Турбулентное равномерное движение жидкости в трубах. Коэффициент гидравлического трения. График Никурадзе. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора.	2
5	Трубопроводы и их виды. Гидравлический расчет короткого трубопровода. Гидравлический расчет длинного трубопровода. Гидравлический удар в трубопроводах.	2
6	Классификация насосов. Центробежные насосы и их основные характеристики. Элементы теории рабочего колеса центробежного насоса. Поршневые насосы и их основные характеристики. Струйные насосы.	2
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Физические свойства жидкости. Вязкость и плотность жидкости. Законы сохранения массы, энергии и импульса.	4
2	Гидростатическое давление и основное уравнение гидростатики	4
3	Элементарная струйка тока, расход и средняя скорость потока жидкости, живое сечение жидкости. Уравнение Бернулли.	2
4	Режимы движения жидкостей. Гидравлическое сопротивление.	2
5	Расчет простых трубопроводов.	2
6	Перемещение жидкостей и насосы.	2
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения и местных гидравлических сопротивлений	4
2	Изучение последовательной и параллельной работы центробежных насосов на сеть.	4
Всего		8

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Жидкости и их физические свойства. Гипотеза сплошности среды. Метод осреднения.	4
2	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Гидростатическое давление и его основные свойства; общие дифференциальные уравнения равновесия жидкости Эйлера и их физический смысл; основное дифференциальное уравнение гидростатики (в чем состоит его связь с общими дифференциальными уравнениями равновесия жидкости Эйлера?); основное уравнение гидростатики, с пояснением различия с основным дифференциальным уравнением гидростатики; физический смысл закона Паскаля; закон Архимеда.	6

3	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Уравнение Бернулли.	4
4	Изучение теоретического материала, подготовка к тестированию	Потери напора жидкости в трубах; виды режимов течения жидкости; число Рейнольдса и его смысл; формула Дарси- Вейсбаха и ее смысл; коэффициент гидравлического трения; график Никурадзе; формула Пуазейля; местные потери напора.	6
5	.Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию (устный опрос)	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через насадки	4
6	Изучение теоретического материала, подготовка к контрольной работе	Насосы и их классификация	4
Всего			28

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Гидравлика в теплотехнологиях» по образовательной программе «Энергообеспечение предприятий» направления подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		

Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать				
		основные термины и определения в области гидравлики	Знает основные термины и определения в области гидравлики, не допускает ошибок.	Знает основные термины и определения в области гидравлики, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает основные термины и определения в области гидравлики, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		устройство и работу насосов, систем насосных установок, сущность протекающих процессов	Знает устройство и работу насосов, систем насосных установок, сущность протекающих процессов, не допускает ошибок.	Знает устройство и работу насосов, систем насосных установок, сущность протекающих процессов, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает устройство и работу насосов, систем насосных установок, сущность протекающих процессов, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				

		использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по гидравлике	Демонстрирует умение использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по гидравлике, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по гидравлике, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение использовать научно-техническую и справочную литературу, в том числе и зарубежную, для решения конкретных задач по гидравлике. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
		Владеть				
		методами анализа и визуализации результатов решения в рамках своей профессиональной компетенции.	Продемонстрированы навыки владения методами анализа и визуализации результатов решения в рамках своей профессиональной компетенции, без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы базовые навыки владения методами анализа и визуализации результатов решения в рамках своей профессиональной компетенции, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков владения методами анализа и визуализации результатов решения в рамках своей профессиональной компетенции, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
	ПК-	Знать				
	1.2	основные законы гидростатики, кинематики и динамики движущихся потоков	Знает основные законы гидростатики, кинематики и динамики движущихся потоков, допускает ошибок.	Знает основные законы гидростатики, кинематики и динамики движущихся потоков, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает основные законы гидростатики, кинематики и динамики движущихся потоков, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		особенности движения жидкостей и газов по трубам (трубопроводам)	Знает особенности движения жидкостей и газов по трубам (трубопроводам), не допускает ошибок	Знает особенности движения жидкостей и газов по трубам (трубопроводам), при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает особенности движения жидкостей и газов по трубам (трубопроводам), допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
		оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации	Демонстрирует умение оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение оформлять проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие результатов заданию, стандартам и технической документации. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
		использовать гидравлические устройства и тепловые установки в производстве				
		Владеть				
		целями и задачами гидравлических расчетов	Продемонстрированы навыки владения целями и задачами гидравлических расчетов, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки владения целями и задачами гидравлических расчетов, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков владения целями и задачами гидравлических расчетов, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
ПК-3	ПК-3.1	Знать				

		технические расчеты необходимых параметров оборудования	Знает технические расчеты необходимых параметров оборудования, не допускает ошибок.	Знает технические расчеты необходимых параметров оборудования, при ответе может допустить несколько незначительны х ошибок.	Плохо знает технические расчеты необходимых параметров оборудования, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		подбор оборудования по расчетным характеристикам, использованием каталогов нормативно справочной литературы	Знает подбор оборудования по расчетным характеристикам, использование м каталогов и нормативно – справочной литературы, не допускает ошибок.	Знает подбор оборудования по расчетным характеристикам, использование м каталогов и нормативно – справочной литературы, при ответе может допустить несколько незначительны х ошибок.	Плохо знает подбор оборудования по расчетным характеристикам, использование м каталогов и нормативно – справочной литературы, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
		правильно применять гидравлические расчеты при решении практических задач	Демонстрирует умение правильно применять гидравлически е расчеты при решении практических задач, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение правильно применять гидравлически е расчеты при решении практических задач, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение правильно применять гидравлически е расчеты при решении практических задач. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрир овано умение, допущены грубые ошибки

		правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач по выбору схемы проведения процессов, конструкции аппаратов и по их определению режимных параметров	Демонстрирует умение правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач по выбору схемы проведения процессов, конструкции аппаратов и по определению их режимных параметров, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач по выбору схемы проведения процессов, конструкции аппаратов и по определению их режимных параметров, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение правильно применять теоретические знания при решении конкретных задач по выбору схемы проведения процессов, конструкции аппаратов и по определению их режимных параметров. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
		Владеть				
		основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач	Продемонстрированы навыки владения основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки владения основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач, допущен ряд мелких ошибок	Имеется минимальный набор навыков владения основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач, имеется много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
	ПК-	Знать				

		методику расчета и проектирования гидропередач; составление схем гидравлических и пневматических передач.	Знает методику расчета и проектирования гидропередач; составление схем гидравлических и пневматических передач, не допускает ошибок.	Знает методику расчета и проектирования гидропередач; составление схем гидравлических и пневматических передач, при ответе может допустить несколько незначительных ошибок.	Плохо знает методику расчета и проектирования гидропередач; составление схем гидравлических и пневматических передач, допускает множество мелких ошибок	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
	3.2	самостоятельно проводить расчеты аппаратов, работать на лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, анализировать расчетные методики, проектировать типовые процессы и аппараты	Демонстрирует умение самостоятельно проводить расчеты аппаратов, работать на лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, анализировать расчетные методики, проектировать типовые процессы и аппараты, без ошибок и недочетов.	Демонстрирует умение самостоятельно проводить расчеты аппаратов, работать на лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, анализировать расчетные методики, проектировать типовые процессы и аппараты, допускает ряд мелких ошибок.	В целом демонстрирует умение самостоятельно проводить расчеты аппаратов, работать на лабораторных установках, обрабатывать экспериментальные данные, анализировать расчетные методики, проектировать типовые процессы и аппараты. Задания выполнены не в полном объеме.	Не продемонстрировано умение, допущены грубые ошибки
		Владеть				

		методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике применительно к профессиональной деятельности бакалавров.	Продemonстрированы навыки владения методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике применительно к профессиональной деятельности бакалавров, без ошибок и недочетов	Продemonстрированы базовые навыки владения методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике применительно к профессиональной деятельности бакалавров, допущен ряд мелких ошибок	Имеется минимальный набор навыков владения методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике применительно к профессиональной деятельности бакалавров, имеется много ошибок	Не продemonстрированы базовые навыки, имеются грубые ошибки.
--	--	--	--	---	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Зиннатуллин Н.Х., Хайбуллина А. И., Хайруллин А. Р., Тактамышев А. Р.	Трубопроводный транспорт жидкостей	практикум	Казань: КГЭУ	2019	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/253эл.pdf	2
2	Штеренлихт Д. В.	Гидравлика	учебник	СПб.: Лань	2015	https://e.lanbook.com/book/64346	1
3	Моргунов К. П.	Гидравлика	учебник	СПб.: Лань	2014	https://e.lanbook.com/book/51930	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Зиннатуллин Н. Х., Гурьянов А. И.	Гидравлика и теплотехника	конспект лекций	Казань: КГЭУ	2005		28
2	Зиннатуллин Н. Х., Гурьянов А. И., Ильин В. К., Елдашев Д. А.	Гидродинамика и гидродинамические процессы	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010		49
3	Крестин Е. А., Крестин И. Е.	Задачник по гидравлике с примерами расчетов	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	https://e.lanbook.com/book/98240	1

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
3	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
4	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	"ИРБИС 64 (модульная поставка): АРМ "Читатель", АРМ "Книговыдача"	Система автоматизации библиотек, отвечающая всем международным требованиям, предъявляемым к современным библиотечным системам	ГУ здравоохранения "Республиканский медицинский библиотечно-информационный центр" №61/2008 от 17.06.2008 Неискл. право . Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-617.	50 посадочных мест, доска аудиторная, экран, проектор мультимедийный (потолочный), ноутбук (переносной), доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий Д-624	36 посадочных мест, доска аудиторная, экран, Учебно- лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе жидкость – газ», учебно- лабораторный комплекс «Изучение тепломассообменных процессов в системе твердое тело – газ», персональный компьютер (системный блок, монитор ЭЛТ), лабораторный стенд «Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ», лабораторный стенд «Устройство, работа и учет в системах отопления здания», лабораторный стенд "Исследование раделения колллоидных систем", учебно- лабораторный комплекс «Периодические нестационарные методы повышения эффективности теплообменного оборудования», экспериментальная установка «Пульсационных экстрактор», , подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду

3	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Д-624	36 посадочных мест, доска аудиторная, экран, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
		Компьютерный класс с выходом в Интернет В-6006	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 моноблоков, система видеонаблюдения (6 видеокамер), экран, доска магнитно-маркерная
4	Самостоятельная работа обучающихся	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-6006	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 моноблоков, система видеонаблюдения (6 видеокамер), экран, доска магнитно-маркерная
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.), программное обеспечение

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__ учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____
2. _____
3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» ____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Ильин В.К.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата

Для заочной формы обучения

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 21 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 6 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 10 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 79 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	21	21
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Практические занятия (Пр)	6	6
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	79	79
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Гидравлика в теплотехнологиях

(Наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) (профиль(и))

Энергообеспечение предприятий

(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Гидравлика в теплотехнологиях» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов энергообеспечения предприятия

ПК-3 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование систем энергообеспечения предприятия с использованием стандартных средств автоматизации проектирования

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: устный опрос., тестирование, контрольная работа.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1.Технологическая карта

Семестр 7

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наимено- вание оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Жидкости и их физические свойства. Гипотеза сплошности среды. Метод осреднения.	КнТР	ПК-1.2	менее 4	4 - 6	6 - 7	7 - 9

2	Гидростатическое давление и его основные свойства; общие дифференциальные уравнения равновесия жидкости Эйлера и их физический смысл; основное дифференциальное уравнение гидростатики (в чем состоит его связь с общими дифференциальными уравнениями равновесия жидкости Эйлера?); основное уравнение гидростатики, с пояснением различия с основным дифференциальным уравнением гидростатики; физический смысл закона Паскаля; закон Архимеда.	Тест	ПК-1.2	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
3	Уравнение Бернулли.	КнтР	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9
4	Потери напора жидкости в трубах; виды режимов течения жидкости; число Рейнольдса и его смысл; формула Дарси-Вейсбаха и ее смысл; коэффициент гидравлического трения; график Никурадзе; формула Пуазейля; местные потери напора.	Тест	ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 4	4 - 7	7 - 8	8 - 10

5	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через насадки.	Опр.	ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 5	5 - 6	6 - 8	8 - 10
6	Насосы и их классификация.	КнтР	ПК-1.1, ПК-3.2	менее 6	6 - 7	8 - 11	12 - 14
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	КСР экзаменационные билеты	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 24	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				менее 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Устный опрос. (Опр.)	Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий.	Фонд вопросов (тем) для обсуждения.
Тестирование (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
Контрольная работа (КнтР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

3.1. Варианты тем для собеседования:

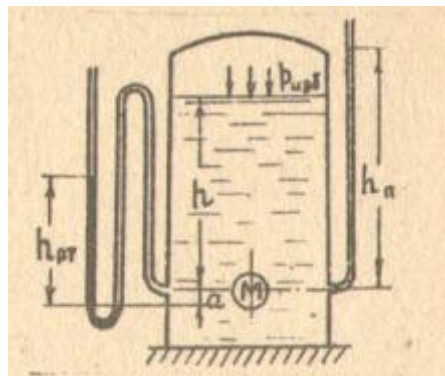
1. Перечислите свойства жидкости.
2. Что называется расходом жидкости, чем отличается массовый расход от объемного расхода?
3. Как и с какой целью определяется эквивалентный диаметр живого сечения потока?

4. Как называются и определяются основные геометрические элементы и гидравлические параметры потока?
5. Что называется напором? Как определяют статический и полный напоры?
6. Что представляет собой потерянный напор? В каком случае потерянный напор можно определить как показания пьезометрических трубок?
7. Как измеряется скоростной напор? Какой скорости соответствует полученный таким способом скоростной напор?
8. Запишите уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости при его движении по трубопроводу. В чем состоит физический смысл членов уравнения Бернулли?
9. От каких параметров потока зависит коэффициент гидравлического трения?
10. Каков смысл понятий «гидравлически гладкие трубы» и «шероховатые трубы»?
11. Перечислите основные зоны определения коэффициентов гидравлического трения
12. В каких случаях наблюдается интерференция местных сопротивлений?
13. Какие существуют приборы для измерения давления температуры и расхода жидкости, на чем основ их принцип работы?
14. На каком принципе основаны приборы измерения давления?
15. Каковы основные признаки, по которым классифицируются насосы?
16. Опишите основные параметры насосов. Как они определяются?
17. Что называется рабочими характеристиками насоса? Какая из них главная?
18. Почему центробежный насос перед пуском заливается?
19. Почему изменяются параметры центробежного насоса в зависимости от степени закрытия задвижки на линии нагнетания? Как вычисляется рабочая точка центробежного насоса?
20. Как определяются оптимальные параметры эксплуатации центробежных насосов?
21. В каких случаях используется последовательное соединение двух насосов в одну сеть; как определяется в этом случае рабочая точка?
22. В каких случаях используется параллельная работа двух центробежных насосов в одну сеть; как определяется рабочая точка в этом случае?
23. Что такое кавитация? Каким образом её можно предотвратить?
24. Запишите законы пропорциональности центробежного насоса.
25. Как рассчитать путевые потери по длине трубы?

26. Как определить путевые потери экспериментально?
27. Как вычисляется коэффициент гидравлического сопротивления?
28. Что понимается под квадратичным законом сопротивления?
29. Какие факторы влияют на потери напора?

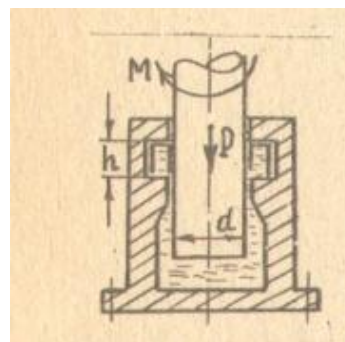
3.2. Варианты контрольных работ.

Задача 1. На свободную поверхность закрытого резервуара, наполненного нефтью, действует давление $p_{изб}$. На глубине h от свободной поверхности жидкости к резервуару присоединены пружинный манометр M , пьезометр и U – образный ртутный манометр. Определить показания приборов.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_{изб}$, бар	1,0	1,5	2,0	2,4	2,8	2,6	2,2	1,8	1,4	1,2
h , м	6,0	5,0	4,0	2,0	1,0	1,5	1,8	3,0	2,5	4,5
a , м	0,1	0,05	0,04	0,1	0,05	0,06	0,12	0,1	0,08	0,06

Задача 2. Вертикальный вал, опирающийся на гидравлический подпятник, придает полезный момент M . Осевая сила вала P , диаметр его пяты d . Определить момент на валу $M_{кр}$, если высота гидравлической манжеты $h = 1,2d$ и коэффициент трения кожи о вал $f = 0,2$.



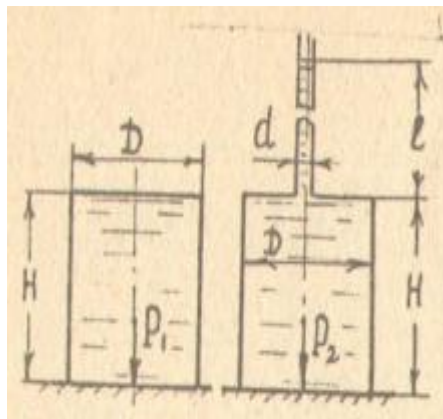
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M , Н·м	7600	25000	3000	20000	15000	1750	4500	6720	9700	10000
P , Н	4000	10000	400	500	8000	700	250	470	5000	6000
d , мм	150	300	100	250	180	100	100	150	200	200

Задача 3. Стальная бочка диаметром D и высотой H заполнена водой. Определить:

а) силу избыточного давления P_1 на дно бочки и силу G_1 , передаваемую на пол, если масса пустой бочки равна m ;

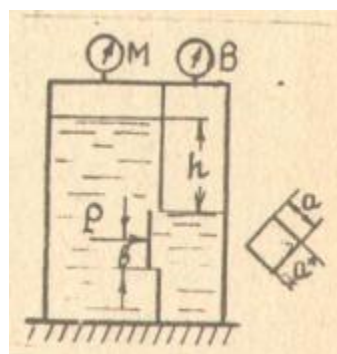
б) силу избыточного давления P_2 на дно бочки, если в крышке просверлить отверстие и к нему приварить вертикальную трубку диаметром d и длиной l , которую заполнить водой;

в) силу G_2 , передаваемую на пол, пренебрегая весом трубки.



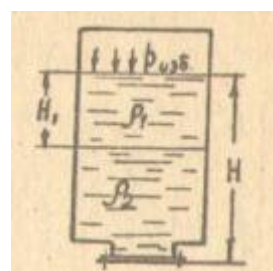
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,95	0,85	0,75	0,65
H , м	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,45	1,35	1,24	1,15
m , кг	35	40	45	50	60	70	65	60	55	50
d , мм	20	22	24	26	28	30	28	26	24	22
l , м	15	17	20	22	25	28	26	24	22	20

Задача 4. Замкнутый резервуар с нефтью разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a . Давление над нефтью в левой части резервуара определяется манометром M , в правой части – вакуумметром B . Найти величину P и плечо b результирующей силы давления на крышку, закрывающую отверстие.



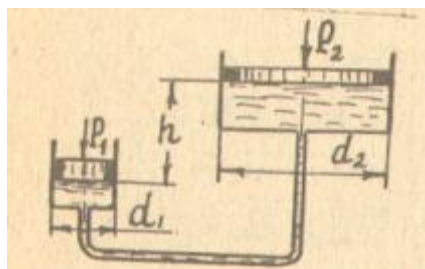
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a , мм	1000	1000	2000	1500	800	2000	1000	150	500	1000
$M \cdot 10^{-5}$, Па	10	1	2	3	6	7	8	4	5	1
B , мм рт.ст	400	300	500	400	400	500	300	400	500	600
h , м	0,5	1,0	1,2	1,0	0,4	0,8	2,0	3,0	2,2	1,8

Задача 5. Определить усилие, которое действует на крышку, закрывающую круглый люк диаметром D , в сосуде с двумя несмешивающимися жидкостями плотностью ρ_1 и ρ_2 при давлении на свободной поверхности $p_{изб}$ и высоте жидкостей H , если $H_1 = \alpha H$.



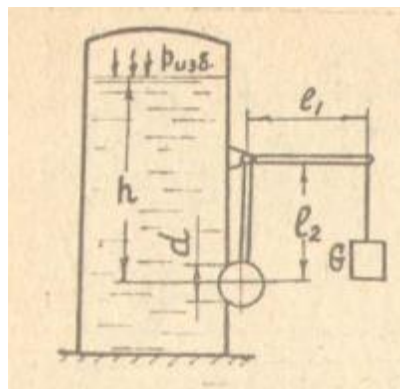
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D, м	100	150	200	100	150	250	120	100	220	300
H, м	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	3,5	4,0	4,5	5,5	5,0
α	0,3	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,5	0,3	0,6	0,7
$p_{изб} \cdot 10^{-5}$, Па	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	0,7	2,0	2,1	1,8	1,9
ρ_1 , кг/м ³	1100	1200	1050	1000	1050	900	1300	1000	980	850
ρ_2 , кг/м ³	1500	1700	1730	1550	1800	1200	1900	1500	1400	1300

Задача 6. Какую силу P_2 необходимо приложить к большому поршню, чтобы система находилась в равновесии? Трубки заполнены водой, весом поршней пренебречь.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1 , Н	145	160	200	250	120	130	180	150	170	200
d_1 , мм	50	40	30	20	60	45	25	35	40	30
d_2 , мм	300	200	160	150	350	270	150	200	250	200
h , мм	300	350	400	450	250	300	300	400	300	400

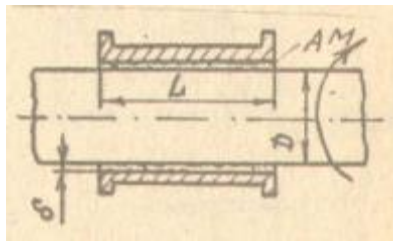
Задача 7. Шаровой клапан закрывает круглое отверстие диаметром d в вертикальной стенке, расположенной на глубине от поверхности дихлорэтана. Определить минимальный вес груза G , уравновешивающего давление жидкости на клапан, если плечо рычага равно l_1 , расстояние от шарнира до центра шара l_2 , а избыточное давление над поверхностью жидкости $p_{изб}$. Собственным весом шара и рычагов пренебречь.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	150	60	80	100	120	140	170	200	180	190
h , м	4,4	4,2	3,0	2,0	1,8	5,0	7,0	5,5	3,5	4,8
l_1 , м	0,8	1,0	1,2	1,4	0,6	0,4	0,3	1,5	1,8	2,0
l_2 , м	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,7	0,6	1,0
$p_{изб} \cdot 10^{-5}$, Па	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

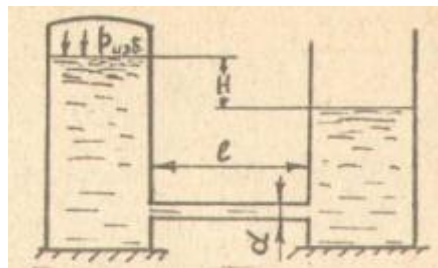
Варианты задач:

Задача 1. Зазор А между валом заполнен маслом. Длина втулки L. К валу, диаметр которого D, приложен крутящий момент М. при вращении вала масло постепенно нагревается и скорость вращения увеличивается. Определить частоту вращения вала при температуре масла t. При решении считать, что скорость в слое масла изменяется по прямолинейному закону.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Масло	веретенное		турбинное			трансформаторное				
t, °C	45	30	32	37	42	27	70	55	60	40
M, Н·м	5,5	2,5	1,8	2,3	1,5	4,2	3,5	2,6	4,5	6,0
D, мм	300	400	200	250	150	350	100	500	250	300
L, мм	900	1200	600	750	500	1000	400	1500	650	1000
δ, мм	2,0	3,0	1,5	1,0	1,2	2,2	0,8	3,2	1,2	2,1

Задача 2. В трубопроводе диаметром d и длиной l движется жидкость при t = 20 °C. Учитывая только путевые потери, определить значение критического напора, при котором происходит смена ламинарного режима на турбулентный.

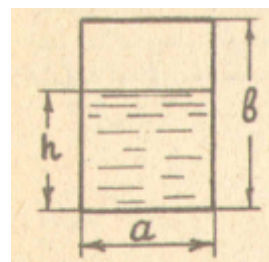


Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d, мм	25	20	15	30	40	50	15	20	25	30
l, м	10	10	15	10	8	6	7	8	9	10
ρ _{изб} · 10 ⁻⁵ , Па	0,5	0,6	1,5	2,0	0,2	0,2	0,3	1,5	1,8	2,0

Задача 3. Определить скорость жидкости на оси трубопровода внутренним диаметром 75 мм при протекании по нему жидкости в количестве Q при температуре t °C.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жидкость	вода		ацетон		глицерин			масло турбинное		
t, °C	15	14	20	22	20	25	22	20	22	23
Q, м ³ /ч	20	24	20	10	5	7	30	8	10	12

Задача 4. Определить режим течения воды при t = 60 °C в трубе прямоугольного сечения со сторонами axb, если расход воды Q, а заполнение трубы жидкостью h. Построить график изменения гидравлического радиуса от высоты уровня жидкости в пределах 0,01b ≤ h ≤ b.



Параметры	Варианты
-----------	----------

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	2,0	2,2	2,4	1,8	1,6	1,5	1,4	1,0	0,8	2,6
$a, \text{ м}$	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,05	0,2	0,4
$h, \text{ м}$	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,3
$b, \text{ м}$	0,3	0,4	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,8	0,3	0,6

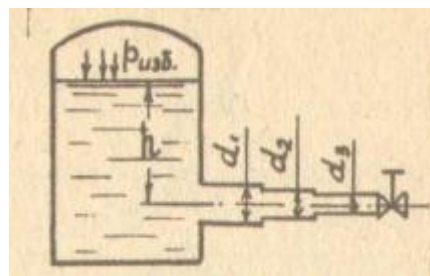
Задача 5. Теплообменник состоит из кожуха (внутренний диаметр D), в котором установлены n трубок с наружным диаметром d . Определить режим течения жидкости в межтрубном пространстве теплообменника при продольном обтекании трубок жидкостью в количестве Q с температурой t .

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$D, \text{ м}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	1,0	1,2
$n, \text{ шт}$	100	200	200	200	200	200	250	210	300	350
$d, \text{ мм}$	10	12	15	18	20	20	25	25	25	25
Жидкость	вода		этиловый спирт			бензин			метан	
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	40	90	150	250	100	150	250	6000	20000	20000
$t, ^\circ\text{C}$	30	60	20	30	50	15	20	160	200	180

Задача 6. Моделируется одновременно силы трения и силы тяжести. Какой должен быть взят геометрический масштаб модели, если в промышленном аппарате протекает рабочая жидкость при температуре 20°C , а в модели - модельная? Какую скорость надо сообщить жидкости в модели, если скорость рабочей жидкости в промышленном аппарате ϑ ?

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рабочая жидкость	нефть		глицерин			масло турбинное			спирт этиловый	
Модельная жидкость	вода		спирт этиловый			вода				
፱, м/с	1,0	0,8	0,5	0,3	0,9	1,2	1,3	1,0	1,5	2,0

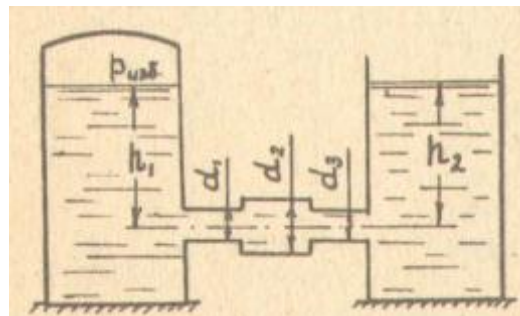
Задача 7. Вода вытекает из закрытого сосуда с избыточным давлением $p_{\text{изб}}$ под напором h по горизонтальной трубе переменного сечения d_1, d_2, d_3 , оканчивающейся нормальным вентилем. Определить расход воды Q , построить линии пьезометрического, скоростного и полного напоров. При расчете учесть потери напора только на местные сопротивления.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_{\text{изб}} \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	3,0	2,0	1,0

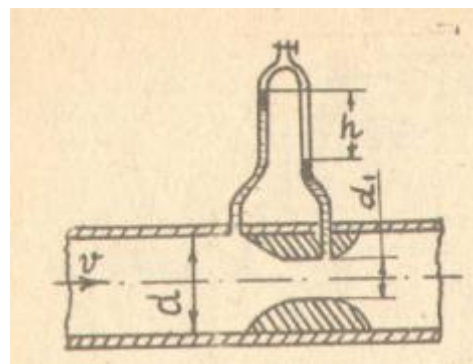
h , м	0,8	0,9	1,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	2,0
d_1 , мм	100	50	100	75	50	200	200	150	150	50
d_2 , мм	75	40	75	50	40	150	100	100	75	40
d_3 , мм	50	25	50	25	25	100	50	50	40	25

Задача 8. Вода перетекает из закрытого напорного бака, где избыточное давление поддерживается равным $p_{изб}$, в открытый резервуар по короткому трубопроводу, составленному из трех участков различного диаметра. Определить расход воды Q если высота уровней в резервуарах h_1 и h_2 , диаметр труб d_1, d_2, d_3 . При расчете учесть потери напора только на местные сопротивления.



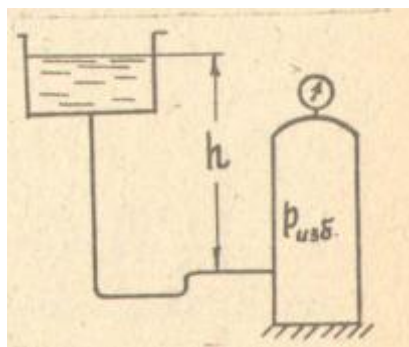
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_{изб} \cdot 10^{-5}$, Па	0,4	0,2	1,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6	0,4
h_1 , м	2	1	1,5	0,5	0,6	1,7	0,8	0,5	0,5	0,6
h_2 , м	3	2	3	3	3	3	2,2	4	4	2
d_1 , мм	50	50	60	60	50	50	75	75	75	75
d_2 , мм	75	75	100	100	100	100	150	150	150	150
d_3 , мм	50	50	60	60	50	50	75	75	75	75

Задача 9. Для измерения расхода серной кислоты, протекающей по трубопроводу диаметром d , установлено сопло диаметром d_1 . Разность уровней кислоты в пьезометрах h . Определить расход кислоты. Изменится ли перепад h , если вместо кислоты в трубе будет протекать другая жидкость при том же расходе? Потерей напора между сечениями, в которых присоединены пьезометрические трубки, пренебречь.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	50	60	70	80	90	100	60	80	50	60
d_1 , мм	25	20	30	35	40	40	30	25	20	25
h , м	0,8	1,6	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	0,5	1,2

Задача 10. Метилловый спирт поступает самотеком из открытого напорного бака в ректификационную колонну, где давление $p_{изб}$. На какой высоте h должен находиться уровень жидкости в напорном баке над местом ввода в колонну, чтобы скорость жидкости в трубе была ϑ . Напор, теряемый по длине трубопровода и на местных сопротивлениях, $\Delta h_{п}$.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_{изб} \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2
$\vartheta, \text{ м/с}$	2,0	1,8	1,6	2,2	2,4	2,6	3,0	3,4	4,0	1,5
$\Delta h_{п}, \text{ м}$	3,0	2,5	2,0	3,6	3,8	4,0	4,0	4,5	5,0	2,0

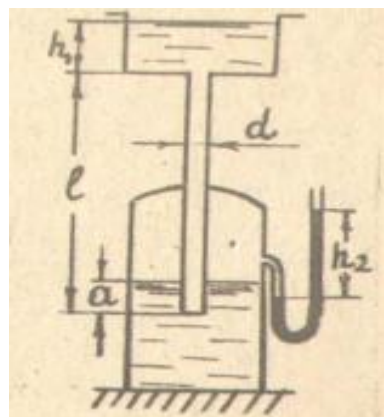
Задача 11. Как изменятся путевые потери штора, если при неизменном расходе жидкости уменьшить диаметр трубопровода в n раз? Задачу решить в двух вариантах, считая, что:
а) оба режима (старый и новый) находятся в области ламинарного течения;
б) оба режима находятся в области шероховатых труб.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	1,2	1,4	1,5	1,6	1,3	1,7	1,8	1,1	2	1,5

Задача 12. Какое избыточное давление необходимо поддерживать в резервуаре, в котором находится вода высотой $h_1 = 3 \text{ м}$, чтобы через пробочный кран, расположенный на пятом этаже здания ($h_2 = 20 \text{ м}$), проходило Q воды. На длине $l_1 = 15 \text{ м}$ труба имеет диаметр d_1 , на длине $l_2 = 10 \text{ м}$ – диаметр d_2 . Повороты имеют $R/d = 2$. Температура воды $t = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, трубопровод стальной, новый.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
$d_1, \text{ мм}$	40	50	50	50	60	60	60	80	80	80
$d_2, \text{ мм}$	20	30	30	30	30	30	30	50	50	50

Задача 13. Определить скорость и расход керосина в вертикальной латунной трубе, имеющей длину l и диаметр d , если наполнение верхнего бачка h_1 , погружение нижнего конца трубы под уровень жидкости в нижней бачке a , показание ртутного манометра h_2 .



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l , м	2,0	1,8	2,2	2,3	2,5	3,0	2,1	2,7	2,0	3,2
d , мм	20	12	18	22	25	100	40	30	28	16
h_1 , м	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	0,9	1,1
a , мм	100	100	120	120	140	80	160	180	130	170
h_2 , мм	30	10	7	5	2	4	28	10	20	25

Задача 14. Цех химического завода потребляет Q воды, поступающей из подземного резервуара по чугунной трубе диаметром d , длиной l . Определить избыточное давление, которое должно поддерживаться в резервуаре, если средний уровень жидкости в нем на h ниже положения разборной задвижки в цехе. Местные сопротивления оценить надбавкой 3% на длину трубопровода. Температура воды 15 °С.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , м ³ /ч	100	40	50	60	70	80	90	120	140	200
d , мм	150	80	80	90	90	100	100	140	120	120
l , км	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	1,0	0,7
h , м	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6

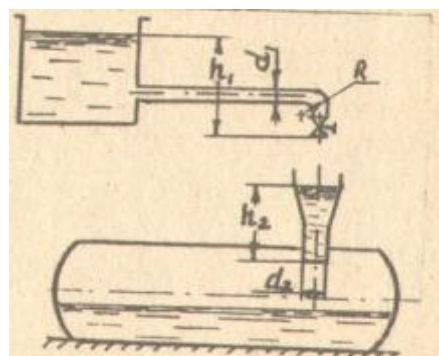
Задача 15. Водопровод внутренним диаметром d , длиной l проложен так, что его конечная точка расположена на h выше начальной. Определить необходимое давление насоса, установленного в начальной точке водопровода, чтобы при расходе воды Q было обеспечено избыточное давление $p_{изб}$ в конце трубопровода, местные сопротивления оценить надбавкой 2% на длину трубопровода. Трубопровод стальной. Температура воды 20 °С.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	20	10	12	14	16	18	20	22	24	26
l , км	2,6	1,0	0,6	2,0	1,8	1,6	2,6	4,0	0,8	1,0
h , м	32	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Q , м ³ /ч	2,5	3,0	3,5	4,0	9,0	1,0	1,8	2,0	3,0	4,0
$p_{изб} \cdot 10^{-5}$, Па	5	2,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8

Задача 16. Жидкость со дна сосуда через нормальный ventиль ($\xi = 5$) вытекает в атмосферу. Определить, какое количество жидкости необходимо подавать непрерывно в открытый сосуд, чтобы поддерживать в нем постоянный уровень H . Условный проход d ventиля коэффициент местного сопротивления на входе $\xi_{в}$. Потерями по длине пренебречь.

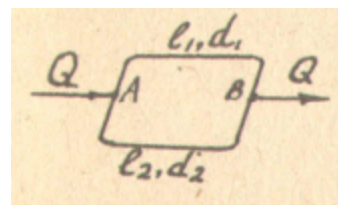
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H , м	4,5	3,0	5,5	6,5	6,0	4,0	3,0	6,5	5,5	4,0
d , мм	150	100	100	50	75	100	150	50	75	100
$\xi_{в}$	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5

Задача 17. Бензин наливают в бочки по стальной трубе диаметром d_1 , длиной l , под напором h_1 , через воронку высотой h_2 , с диаметром трубки d_2 . Определить, не будет ли бензин при полном открытии нормального вентиля переливаться через края воронки. Поворот имеет $R/d = 2$. Трубопровод работает в квадратичной зоне.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1 , мм	20	30	35	40	15	20	25	30	35	40
l , м	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7
h_1 , м	1,5	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4
h_2 , м	0,1	0,12	0,14	0,16	0,1	0,06	0,04	0,1	0,12	0,20
d_2 , мм	30	40	45	35	25	30	35	25	40	45

Задача 18. На стальном трубопроводе с общим расходом Q имеется участок с двумя параллельно включенными ветвями. Определить распределение расхода жидкости по отдельным ветвям и напор h_{AB} , действующий между точками разветвления. Местными сопротивлениями пренебречь. Трубопровод работает в квадратичной зоне.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q \cdot 10^3$, м ³ /с	25	10	15	20	30	35	40	18	23	28
l_1 , км	0,5	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
l_2 , км	0,9	0,7	0,6	0,3	0,8	1,0	1,5	0,6	0,3	0,5
d_1 , мм	100	80	100	100	120	140	150	75	100	150
d_2 , мм	150	100	120	80	120	160	250	75	100	200

Задача 19. По прямому горизонтальному трубопроводу длиной l необходимо подавать ацетон в количестве Q . Допустимая потеря напора $\Delta h_{\text{п}}$. Определить требуемый диаметр трубопровода d , принимая коэффициент путевых потерь $\lambda = 0,03$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l , м	150	200	250	300	250	200	150	100	50	30
Q , м ³ /ч	10	15	20	25	30	25	20	10	15	10
$\Delta h_{\text{п}}$, м	10	15	20	30	30	30	20	10	10	10

Задача 20. Из сливного колодца вода, имеющая температуру 40 °С, сбрасывается по сифонному чугунному трубопроводу в реку, уровень воды в которой на H ниже уровня жидкости в колодце. Определить пропускную способность трубы диаметром d , длиной l , имеющей один поворот на 90 ° и два поворота на 45 ° с радиусом закругления $R/d = 2$, если труба работает в квадратичной области сопротивления. Найти максимальную высоту

поднятия верхней точки А сифона h , если длина участка трубы до сечения в верхней точке l_1 . Атмосферное давление принять равным 760 мм рт.ст.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	200	200	100	250	100	100	50	300	200	100
H , м	3	2	3	5	5	4	4	6	5	3
l , м	100	80	50	150	80	40	25	110	70	40
l_1 , м	15	6	8	13	7	6	5	12	9	6

Задача 21. Стальной трубопровод, имеющий диаметр d , толщину стенки δ и длину l от напорного бака до затвора, пропускает расход воды Q . Определить, в течение, какого времени надо закрыть вентиль (при линейном изменении скорости), чтобы максимальное повышение давления в трубопроводе было меньше в n раз, чем при мгновенном закрытии затвора.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , м	0,30	0,35	0,25	0,20	0,40	0,15	0,30	0,45	0,50	0,40
δ , мм	4	5	3	3	5	2	4	4	5	6
l , м	510	400	300	600	300	400	500	600	700	800
$Q \cdot 10^3$, м ³ /с	85	60	40	100	120	140	100	80	120	80
n	3	2	3	4	5	3	2	4	5	6

Задача 22. Пренебрегая потерями напора, определить начальную скорость истечения жидкости из сосуда, заполненного слоями двух различных жидкостей одинаковой высоты h . Сравнить полученный результат с начальной скоростью истечения при заполнении сосуда только одной жидкостью до уровня $2h$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вид жидкости	вода-керосин	вода-глицерин	вода-нефть	вода-спирт	вода-масло машинное	глицерин-керосин	нефть-глицерин	глицерин-спирт	керосин-спирт	толуол-вода
h , м	1,5	2,2	3,1	2,5	3,5	4,0	1,5	2,0	3,5	2,5

Задача 23. Определить критический перепад давления Δp для узкой кольцевой щели между валом и втулкой, соответствующий смене режимов движения жидкости с заданными характеристиками (плотность ρ , вязкость ν). Диаметр вала D , ширина щели δ , длина втулки l . Вращением вала пренебречь.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	200	225	250	275	280	290	300	310	320	325
δ , мм	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,5	0,45	0,4

l , мм	100	120	130	150	170	180	190	200	210	220
ρ , кг/м ³	1000	996	990	820	810	804	884	880	850	840
ν , см ² /с	0,017	0,012	0,007	0,045	0,019	0,13	0,13	0,076	0,11	0,085
	Вода			Керосин			Масло			

Задача 24. Сопротивление участка водопроводной трубы с арматурой перед установкой проверяют в лаборатории путем испытания на воздухе. При испытании обеспечивается режим гидродинамического подобия. Скорость воды в трубе ϑ_1 , плотность воды ρ_1 , воздуха ρ_2 , кинематическая вязкость воды ν_1 , воздуха ν_2 , потеря давления на воздухе Δp_2 . Определить скорость ϑ_2 продувки на воздухе и потерю давления Δp_1 при работе трубы на воде.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ϑ_1 , м/с	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Δp_2 , кПа	8	8,5	9	10	11	12	15	17	20	30
ρ_1 , кг/м ³	1000	998	996	994	992	990	988	986	984	982
ρ_2 , кг/м ³	1,25	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13	1,11	1,1	1,08
ν_1 , см ² /с	0,017	0,015	0,012	0,011	0,009	0,007	0,0065	0,0065	0,006	0,0055
ν_2 , см ² /с	0,14	0,15	0,155	0,16	0,165	0,17	0,175	0,18	0,185	0,185

Задача 25. Вода вытекает в атмосферу из открытого резервуара по горизонтальному трубопроводу длиной L , на котором установлено 2 задвижки на расстоянии $\frac{1}{3}L$ и $\frac{2}{3}L$ от начала трубопровода. Высота свободного уровня над осью трубопровода H , диаметр трубопровода d , абсолютная шероховатость Δ , коэффициент сопротивления задвижек ξ_1 и ξ_2 , плотность воды ρ , вязкость ν . Определить расход Q и построить пьезометрическую линию в масштабе.

Параметры	Варианты									
L , м	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
H , м	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
ξ_1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	4,5	5	5	5,5
ξ_2	1	1,5	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3,5
Δ , мм	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25
ρ , кг/м ³	1000	998	996	994	992	990	988	986	984	982
ν , см ² /с	0,017	0,015	0,012	0,011	0,009	0,007	0,0065	0,006	0,0055	0,005
d , мм	25	25	25	37	37	37	50	50	50	50

Задача 26. Бассейн емкостью V наполняется водой через горизонтальную трубу длиной l с избыточным давлением P в начале, снабженную задвижкой сопротивлением ξ и коленом на конце сопротивления ξ_k . Время наполнения бассейна t . Определить диаметр трубы d , построить пьезометрическую линию. Вязкость воды $\nu = 0,01$ см²/с, абсолютная шероховатость трубопровода $\Delta = 0,2$ мм.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P, кПа	200	210	220	230	240	250	260	270	280	300
l , м	40	40	45	45	50	50	55	55	60	70
ξ	2	2,5	3	3,5	4	4,5	4,5	4	3	2
ξ_{κ}	0,3	0,3	0,3	0,35	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4	0,3
t, мин	30	50	60	75	95	100	120	135	150	100
V, м ³	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Задача 27. По горизонтальному трубопроводу длиной L и диаметром d подается расход жидкости Q плотностью ρ и кинематической вязкостью ν . Абсолютная шероховатость трубопровода Δ . Определить минимальный диаметр трубопровода d , при котором обеспечивается режим течения: ламинарный $\lambda = \frac{64}{Re}$, турбулентный гидравлический

гладкий $\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$, турбулентный докватратичный $\lambda = 0,11 \left(\frac{\Delta}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$. Подсчитать затрачиваемый перепад давлений Δp во всех трех случаях.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L , м	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Q , л/с	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ρ , кг/м ³	1000	990	982	882	816	885	892	902	900	897
ν , см ² /с	0,017	0,007	0,01	0,05	0,025	0,48	0,85	1,8	0,56	0,21
Δ , мм	0,1	0,1	0,12	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,2	0,2

Задача 28. Бак разделен на две секции вертикальной перегородкой, имеющей в нижней части отверстие диаметром d с острой кромкой. В верхнюю часть первой секции поступает вода с расходом Q . Из каждой секции вода вытекает через цилиндрический насадок на дне. Диаметр насадка равен диаметру отверстия в перегородке. Определить расход через каждый насадок при установившемся режиме. Значения коэффициентов расхода отверстия $\mu_1 = 0,64$ и насадков $\mu_1 = 0,82$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Q , л/с	20	30	40	60	80	90	100	150	180	280

Задача 29. Определить время t опорожнения цистерны, заполненной маловязкой жидкостью, через цилиндрическую насадку диаметром d , направленный вертикально вниз и установленный в нижней части цистерны. Длина цистерны L , диаметр D .

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L , м	6	6,5	7	5,5	5,7	6	6,3	6,2	6	6
D , м	2	2,5	2,7	2,6	2,6	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5

d , мм	100	100	100	125	125	125	150	150	150	150
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Варианты задач:

Задача 1. Определить полный напор, который должен развивать насос при питании горячей водой ($t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) парового котла с избыточным давлением p_k , если уровень воды в барабане котла на h метров выше уровня воды в закрытом питательном баке с избыточным давлением p_n . Полную потерю напора в трубопроводах принять равной $\Delta h_{\text{п}}$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p_k \cdot 10^{-5}$, Па	20	25	28	30	24	30	40	50	45	60
$p_n \cdot 10^{-5}$, Па	0,2	0,3	0,4	0,25	0,35	0,5	0,40	0,15	0,2	0,2
h , м	12	10	8	14	16	8	15	13	11	10
$\Delta h_{\text{п}}$, м	1,8	2,0	2,2	2,5	2,3	1,9	5,2	3,2	2,7	2,6

Задача 2. Насос тройного действия подает воду в количестве Q из колодца глубиной h_1 , в водонапорный бак, расположенный на высоте h_2 . Определить необходимую мощность на валу насоса, если полный КПД насоса $\eta = 0,70$, а гидравлическое сопротивление трубопровода характеризуется $\Delta h_{\text{п}}$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , м ³ /ч	30	32	36	40	50	55	25	60	45	38
h_1 , м	4	4,5	3,8	5,0	4,2	5,2	5,5	3,7	4,8	4,3
h_2 , м	35	20	24	28	32	30	35	38	40	29
$\Delta h_{\text{п}}$, м	5,5	8	7	6	7,5	6,4	7,2	6,2	5,2	8,2

Задача 3. Насос перекачивает жидкость плотностью ρ из резервуара с атмосферным давлением в аппарат, абсолютное давление в котором составляет p_k . Высота подъема жидкости h . Общее сопротивление всасывающей и нагнетательной линии равно $\Delta h_{\text{п}}$. Определить полный напор, развиваемый насосом.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ , кг/м ³	850	950	1000	1200	1100	870	1000	1200	1500	950
$p_k \cdot 10^{-5}$, Па	10	12	14	16	20	30	24	15	8	6
h , м	12	20	14	18	22	30	26	18	15	40
$\Delta h_{\text{п}}$, м	10,2	9,6	13,6	18,8	9,2	15,0	12,2	14,0	17,0	11,0

Задача 4. Насос подает мазут плотностью ρ в количестве Q . Напор насоса составляет H , потребляемая двигателем мощность N . Определить полный КПД насосной установки.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ , кг/м ³	950	1000	850	1200	870	950	1100	1000	850	900
Q , м ³ /ч	12	6	24	15	12	24	15	36	62	54
H , м	50	100	35	50	90	50	200	25	75	75

N, кВт	2,1	2,2	2,0	3,0	4,0	4,3	12,6	3,2	18	14
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	----	----

Задача 5. Определить среднюю и максимальную скорости движения поршня насоса простого действия, диаметр цилиндра которого D , ход поршня S , число оборотов n .

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	140	130	150	120	110	120	125	130	135	145
S , мм	150	170	180	140	120	130	145	155	165	175
n , об/мин	50	60	45	70	85	55	65	70	55	40

Задача 6. Определить производительность шестеренного насоса по следующим данным: число оборотов n , число зубьев на шестерне z , ширина зуба b , площадь впадины между зубьями f , объемный КПД η_0 .

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n , об/мин	650	980	1120	630	680	780	830	1000	1120	1180
z	12	10	8	14	16	18	10	16	8	20
b , мм	30	30	30	40	40	40	30	50	45	40
$f \cdot 10^4$, м ²	7,9	6,5	6,4	8,2	10	11,2	8,2	9,8	9,6	7,8
η_0	0,72	0,75	0,8	0,82	0,65	0,7	0,75	0,73	0,78	0,80

Задача 7. Работающий без воздушного колпака поршневой насос простого действия, диаметр цилиндра которого D , ход поршня S , забирает воду с температурой $t = 20^\circ\text{C}$ по трубе диаметром $d = 100$ мм и общей длиной l из колодца глубиной h при барометрическом давлении $p_{\text{бар}}$. Определить предельное число оборотов насосов, если сопротивление всасывающего клапана $\Delta h_{\text{кл}} = 0,6$ м вод.ст.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	150	150	200	180	160	220	240	260	300	320
S , мм	200	180	240	220	200	250	300	300	300	360
l , м	8	10	12	9,6	15	12	16	20	18	14
h , м	4	3,6	4,2	4,8	4,4	3,5	4,5	5,5	5,0	4,2
$p_{\text{бар}}$, мм рт.ст.	750	760	750	770	740	720	760	780	750	736

Задача 8. Определить предельную высоту всасывания центробежного насоса производительностью Q без учета запаса на кавитацию при температуре воды 30°C и 80°C и барометрическом давлении $p_{\text{бар}}$. Диаметр всасывающей трубы $d = 100$ мм, суммарный коэффициент сопротивления равен ξ .

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , м ³ /ч	60	64	56	50	45	48	40	54	30	36
$p_{\text{бар}}$, мм	760	760	750	740	740	740	720	720	730	735

рт.ст.										
ξ	8,4	9,2	7,2	11,2	8,8	9,8	10,5	12,0	11,7	13,2

Задача 9. Центробежный насос, работающий с производительностью Q , установлен на высоте 1000 м над уровнем моря. Определить предельную высоту всасывания при температуре воды t , если диаметр всасывающей трубы $d = 125$ мм, расчетная длина ее с учетом местных сопротивлений $l_{\text{расч}}$. Коэффициент путевых потерь принять равным $\lambda = 0,03$.

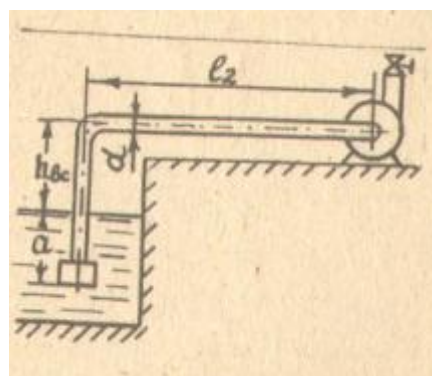
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q, \text{ м}^3/\text{ч}$	100	90	100	80	70	60	50	40	45	50
$H, \text{ м}$	70	70	62	40	50	30	35	45	55	65
$t, ^\circ\text{C}$	50	40	40	30	30	20	20	60	60	80
$l_{\text{расч}}, \text{ м}$	23,5	24	20	18	16	12	14	10	15	10

Задача 10. Высота всасывания поршневого насоса с воздушным колпаком, имеющего диаметр цилиндра $D = 250$ мм, ход поршня $S = 300$ мм, составляет $h_{\text{вс}}$. Воздушный колпак делит всасывающую трубу диаметром $d = 200$ мм, общей длиной l на две части длиной l_1 и l_2 . Сопротивление всасывающего клапана насоса равно $\Delta h_{\text{кл}}$. На длине трубы l_2 потери напора составляют $\Delta h_{\text{вс2}}$.

Определить предельное число оборотов $n_{\text{кр}}$ вала насоса при t воды, равной 10°C и барометрическом давлении $p_{\text{бар}} = 724$ мм рт.ст. Как изменится это число оборотов, если насос будет работать без воздушного колпака? Принять соотношение радиуса кривошипа к длине шатуна $\delta \ll 1$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	4,8	4,0	4,2	5,0	3,6	3,6	5,0	4,0	4,5	3,8
$l, \text{ м}$	12	14	12	16	18	15	10	10	14	20
$l_1, \text{ м}$	1	1,1	1	1,2	1,25	1,2	1	1	1,1	1,3
$\Delta h_{\text{кл}}, \text{ м}$	1,3	2,0	1,8	1,6	2,0	2,2	1,5	2,1	1,7	2,0
$\Delta h_{\text{вс2}}, \text{ м}$	0,8	0,9	1,6	0,6	0,7	0,8	1,1	0,8	0,7	0,9

Задача 11. Определить допустимое наибольшее расстояние l от колодца до центробежного насоса, перекачивающего воду температурой t , если высота всасывания равна $h_{\text{вс}}$, погружение приемного клапана под уровень воды в колодце $a = 1$ м, диаметр всасывающей трубы d . Насос обеспечивает при числе оборотов n подачу Q и напор H . Коэффициент сопротивления по длине λ принять равным 0,03, а $\sum \xi_H = 6,7$.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t, ^\circ\text{C}$	50	70	60	60	50	40	40	25	20	20
$h_{\text{вс}}, \text{ м}$	1	1,1	0,9	0,8	1,2	1,3	1,7	1,4	1,6	2

d, мм	120	100	100	75	75	50	50	75	120	75
Q, м ³ /с	12	11	8	7	6	8	7	10	15	8
H, м	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
n, об/мин	1200	950	1100	1200	1450	1450	1400	1500	2950	2950

Задача 12. Определить действительный напор, развиваемый центробежным насосом при n об/мин, если наружный диаметр рабочего колеса D_2 , гидравлический КПД насоса η_g , коэффициент влияния конечного числа лопаток σ_z . Жидкость входит в колесо в радиальном направлении, а выходит под углом к касательной к окружности колеса α_2 со скоростью $C_2 =$ м/с.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n, об/мин	1450	950	750	1900	1440	950	750	1500	2900	1450
D_2 , мм	300	400	500	250	400	450	400	280	200	320
η_g	0,85	0,86	0,87	0,89	0,88	0,9	0,91	0,92	0,93	0,84
σ_z	0,89	0,92	0,84	0,82	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,83
α_2 , град	15	20	15	20	25	30	35	35	40	25

Задача 13. Одноступенчатый центробежный насос, имеющий наружный диаметр колеса D_2 , должен развивать напор H . Определить необходимое число оборотов вала насоса, если коэффициент напора $\psi = 1$.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D_2 , мм	300	400	500	350	450	400	400	350	450	250
H, м	40	60	80	50	70	80	40	90	10	70

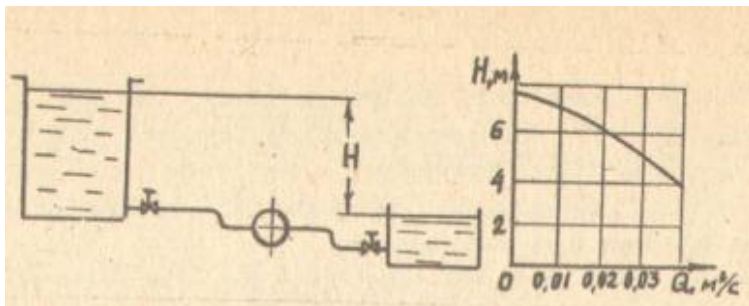
Задача 14. Центробежный насос при перекачивании воды в количестве Q создает напор H . Пригоден ли этот насос для перекачки жидкости с относительной плотностью 1,2 в количестве Q_2 по трубопроводу диаметром 70 мм из сборника с атмосферным давлением в аппарат с избыточным давлением p_k . Геометрическая высота равна h . Расчетная длина трубопровода 150 м. Коэффициент сопротивления $\lambda = 0,03$. Определить, какой мощности электродвигатель требуется установить, если КПД установки составляет 0,55.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q_1 , м ³ /ч	15,6	15,5	24,2	12	18	20	28	22	30	15
H, м	18	36	26	16	30	42	50	15	40	70
Q_2 , м ³ /ч	25	30	22	12	16	20	25	25	25	14
$p_k \cdot 10^{-5}$, Па	0,3	0,3	0,5	0,6	1,2	1,8	3	2	1,7	5
h, м	8,5	7	10	8	10	15	15	12	5	8

Задача 15. Центробежный насос для перекачки воды при скорости вращения вала n_1 развивает производительностью Q , напор H_1 и потребляет мощность N_1 . Определить КПД насоса и параметры Q_2 , H_2 и N_2 при числе оборотов n_2 .

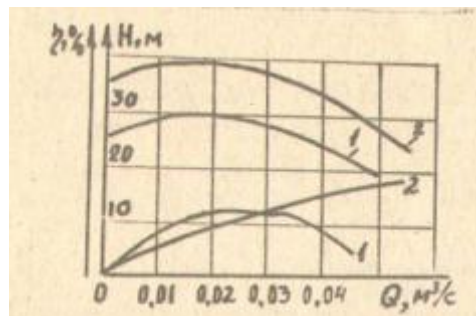
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1 , об/мин	1140	1200	1500	800	1800	1400	2250	1400	960	1450
n_2 , об/мин	1450	1500	2000	600	1200	1600	2900	1200	1450	960
Q , м ³ /ч	56	70	55	28	100	50	84	80	110	28
H , м	42	70	40	20	80	30	64	100	22	84
N , кВт	10,9	25	10	3	40	10	40	25	11	12

Задача 16. По трубе диаметром $d = 100$ мм общей длиной l с коэффициентом сопротивления $\lambda = 0,025$ под действием разности уровней H из верхнего резервуара в нижний перетекает вода. Во сколько раз увеличится расход воды в трубе при установке в точке А насоса (характеристика насоса приведена)? Местные потери напора равными 15 % от линейных.



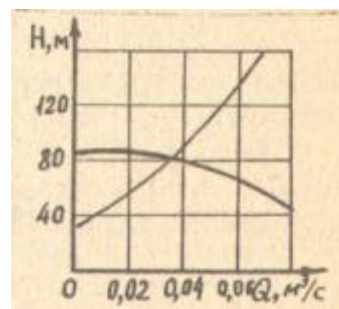
Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l , м	80	40	60	80	70	50	65	100	90	90
H , м	1,2	1,2	1,5	2	1,4	1,3	2	2,5	1,5	2,5

Задача 17. Даны характеристики двух центробежных насосов более 1 и 2. Который из этих насосов более предпочтителен для подачи воды с расходом Q в сеть со статическим напором H_0 , характеристика которого выражается уравнением $H = H_0 + 66000 \cdot Q^2$? Какова мощность на валу каждого из этих насосов с производительностью Q ?



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q , м ³ /ч	54	54	54	72	62	72	60	60	66	66
H , м	3	4	5	2	3	3	5	5	3	4

Задача 18. Определить, как изменится подача воды центробежным насосом при изменении числа оборотов с n_1 до n_2 . Характеристика насоса при n_1 и характеристика сети, выражаемая уравнением $H = 40 + 25000 \cdot Q^2$, приведены.



Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_1 , об/мин	950	750	900	750	1200	2500	2500	1500	1000	1500
n_2 , об/мин	1450	950	1200	1100	1500	2800	2200	1300	800	2000

Задача 19. Рабочая площадь разгрузочного диска гидравлической пяты представляет собой кольцо с наружным диаметром d_d и внутренним диаметром d_b . Определить (приблизительно) величину осевого усилия, возникающего в насосе и компенсируемого гидравлической пятой, если полное давление, развиваемое насосом, p_k , а давление во внешней полости гидравлической пяты p_b . При расчете сопротивление зазоров не учитывать.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_d , мм	250	200	220	250	300	200	250	280	300	200
d_b , мм	100	100	110	120	150	110	130	120	130	100
$p_k \cdot 10^{-5}$, Па	8	6	9	10	15	12	14	18	22	5
$p_b \cdot 10^{-5}$, Па	1,5	2	1,8	2	2,5	2	2	2,5	2	1,5

Задача 20. Два последовательно или параллельно соединенных центробежных насоса установлены близко один от другого и работают на один трубопровод длиной l и диаметром d . Геометрический напор H_r установки остается неизменным. Найти рабочую точку при работе насосов на трубопровод. Определить мощность каждого из насосов (изготовленных из материала М), если они перекачивают воду, температура которой 20°C по трубопроводу. Характеристики насосов приведены в приложении (см. приложение табл.5). Сопротивлением всасывающих и соединяющих насосы трубопроводов пренебречь.

Параметры	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марка насосов	1,5К-6	2К-6	2К-9	3К-6	2К-6	2К-9	3К-6	3К-6	2К-6	2К-9
Способ соединения	параллельно			последовательно				последовательно		
H_r , м	11,5	25	18	70	46	28	57	30	22	19
l , м	100	150	80	200	160	250	180	100	120	130
d , мм	70	90	70	60	100	70	60	70	100	700
Материал труб	сталь		сталь нержавеющая				сталь			

Таблица 1.

Плотность некоторых жидкостей при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Жидкость	ρ , кг/м ³	Жидкость	ρ , кг/м ³
Ацетон	810	Масло трансформаторное	885
Бензин	760	Масло касторовое	960
Бензол	900	Масло турбинное	860
Вода	1000	Нитробензол	1200
Глицерин	1270	Нефть	860
Дихлоратан	1250	Спирт этиловый	800
Дизельное топливо	850	Серная кислота	1830
Керосин	820	Толуол	870
Мазут	920	Ртуть	13600

Таблица 2.

Кинематическая вязкость некоторых жидкостей при $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Жидкость	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с
Ацетон	0,35
Вода	1,01
Глицерин, 50 %	8,70
Масло турбинное	97
Нефть	25
Спирт этиловый	1,26

Таблица 3.

Величина абсолютной шероховатости стенок трубопроводов

Материал труб	Δ , мм
Сталь	0,2 – 0,4
Латунь	0,1 – 0,15
Чугун	0,6 – 0,9
Алюминиевый сплав	0,1 – 0,12
Сталь нержавеющая	0,75

Таблица 4.

Зависимость вязкости воды от температуры

t , $^{\circ}\text{C}$	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	t , $^{\circ}\text{C}$	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с	t , $^{\circ}\text{C}$	$\nu \cdot 10^6$, м ² /с
--------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------------------

0	1,792	20	1,010	48	0,568
6	1,473	30	0,800	54	0,515
12	1,236	36	0,707	60	0,469
18	1,056	42	0,832	80	0,360

Таблица 5.

Характеристики некоторых центробежных насосов

Марка насоса	Параметры, единицы измерения	Числовые значения				
1,5К-6	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	1,6	3,0	3,9	4,5
	H, м	20	20,3	16,4	14,5	12,0
	$\eta, \%$	0	44,0	55,5	53,0	47,0
2К-6	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	2,0	5,5	8,3	10,0
	H, м	33,7	34,5	30,8	24,0	19,0
	$\eta, \%$	0	45,0	64,0	63,5	58,0
2К-9	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	3,0	5,5	6,1	7,0
	H, м	20	21,0	18,5	15,5	16,0
	$\eta, \%$	0	56,0	68,0	66,0	60,0
3К-6	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	4,0	8,3	16,7	19,5
	H, м	62,0	64,0	62,0	50,0	44,5
	$\eta, \%$	0	35,0	54,4	66,3	63,0
3К-9	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	4,0	8,3	12,5	15,0
	H, м	34,0	35,2	34,8	31,0	27,0
	$\eta, \%$	0	40,0	62,0	71,0	71,5
4К-8	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	10,0	19,4	25,0	33,4
	H, м	62,0	63,0	59,0	54,9	43,0
	$\eta, \%$	0	48,0	65,5	71,0	66,0
4К-12	$Q \cdot 10^{-3}, \text{ м}^3/\text{с}$	0	10,0	18,0	25,0	33,4
	H, м	37,0	39,0	37,7	34,6	28,0
	$\eta, \%$	0	53,0	72,0	78,0	74,5

Таблица 6.

Зависимость атмосферного давления от высоты над уровнем моря

Высота над уровнем моря, м	$p_{\text{бар}},$ м вод.ст.	Высота над уровнем моря, м	$p_{\text{бар}},$ м вод.ст.
0	10,3	700	9,5
100	10,2	800	9,4
200	10,1	900	9,3
400	9,8	100	9,2
500	9,7	1500	8,6
600	9,6		

3.3. Примерные тестовые задания

1. Выберите правильный вариант:

Что такое гидравлика?

1. наука, изучающая законы равновесия и движения жидкостей
2. наука, изучающая законы равновесия жидкостей
3. наука, изучающая законы взаимодействия жидкостей
4. наука, изучающая законы движения жидкости

Ответ: 1

2. Выберите правильный вариант:

Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется

1. средний расход потока жидкости
2. средняя скорость потока
3. максимальная скорость потока
4. минимальный расход потока
5. плотность жидкости

Ответ: 2

3. Выбрать правильный ответ:

Массовый расход горячей воды в трубопроводе с внутренним диаметром $d_{\text{вн}}=412$ мм, если известно, что скорость воды $v = 3$ м/с, а плотность $\rho_v = 917$ кг/м³ равен:

1. 213,5 кг/с
2. 1090 кг/ч
3. 563,1 кг/с
4. 366,8 кг/с
5. 872 кг/ч

Ответ: 4

4. Выбрать правильный ответ:

Энергоэффективность насосного оборудования достигается при согласовании характеристик насоса и трубопроводной сети. Характеристика сети это зависимость ее гидравлического сопротивления от ...

1. Расхода жидкости
2. потерь напора
3. мощности насоса на прокачку жидкости

Ответ: 1

5. По какой формуле определяется коэффициент теплового расширения?

1. $\beta_T = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta T}$

2. $\beta_T = -\frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta T}$

3. $V = \frac{\Delta S}{S} \frac{1}{\Delta T}$

4. $\beta_v = \frac{\Delta V}{V} \frac{1}{\Delta P}$

5. $V = -\frac{\Delta S}{S} \frac{1}{\Delta T}$

Ответ: 1

6. Выберите правильные варианты

При транспортировке жидкостей и газов используются устройства

1. насос

2. компрессор

3. пресс

Ответ: 1

7. Выберите правильный ответ:

Что такое жидкость?

Варианты ответа:

1. физическое вещество, способное заполнять пустоты;

2. физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;

3. физическое вещество, способное изменять свой объем;

4. физическое вещество, способное течь.

Ответ: 2

8. Выберите правильный ответ:

Реальная жидкость - это жидкость

Варианты ответа:

1. которая в действительности не существует;

2. находящаяся при реальных условиях;

3. в которой присутствует внутреннее трение;

4. способная быстро испаряться.

Ответ: 2

9. Выберите правильный ответ:

В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

Варианты ответа:

1. в паскалях;
2. в джоулях;
3. в ваттах;
4. в стоксах;
5. в барах.

Ответ: 1

10. Выберите правильный ответ:

Вязкость жидкости – это

Варианты ответа:

1. свойство жидкостей оказывать сопротивление сдвигу (скольжению) слоев жидкости;
2. отношение массы к объему, занимаемому этой массой;
3. свойство изменять объем при изменении давления.

Ответ: 1

11. Выберите правильный ответ:

При увеличении температуры, вязкость жидкости:

Варианты ответ:

1. не меняется;
2. становится постоянной;
3. увеличивается;
4. уменьшается.

Ответ: 4

12. Выберите правильный ответ:

При увеличении температуры, вязкость газа:

Варианты ответ:

1. не меняется;

2. становится постоянной;
3. увеличивается;
4. уменьшается.

Ответ: 3

13. Выберите правильный ответ:

Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости называется

Варианты ответа:

1. гидростатика;
2. гидродинамика;
3. гидромеханика;
4. гидравлическая теория равновесия.

Ответ: 1

14. Выберите правильный ответ:

Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема - это

Варианты ответа:

1. основное уравнение гидродинамики;
2. основное уравнение гидростатики;
3. основное уравнение гидромеханики;
4. основное уравнение гидродинамической теории.

Ответ: 2

15. Выберите правильный ответ:

Гидростатическое давление - это давление присутствующее

Варианты ответ:

1. в движущейся жидкости;
2. в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
3. в покоящейся жидкости;
4. в жидкости, помещенной в резервуар.

16. Выберите правильный ответ:

Второе свойство гидростатического давления гласит:

Варианты ответ:

1. Гидростатическое давление в любой точке жидкости действует одинаково по всем направлениям;
2. Гидростатическое давление изменяется при изменении местоположения точки;
3. Гидростатическое давление неизменно в горизонтальной плоскости;
4. Гидростатическое давление неизменно в вертикальной плоскости.

Ответ: 1

17. Выберите правильный ответ:

Свойство гидростатического давления гласит: В любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема

Варианты ответ:

1. Первое свойство гидростатического давления;
2. Второе свойство гидростатического давления;
3. Третье свойство гидростатического давления.

Ответ: 1.

18. Выберите правильный ответ:

Свойство гидростатического давления гласит: Гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве

Варианты ответ:

1. Первое свойство гидростатического давления;
2. Второе свойство гидростатического давления;
3. Третье свойство гидростатического давления.

Ответ: 3

19. Выберите правильный ответ:

Основное уравнение гидростатики позволяет

Варианты ответа:

1. определять давление, действующее на свободную поверхность;

2. определять давление на дне резервуара;
3. определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
4. определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

Ответ: 3

20. Выберите правильный ответ:

Давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку без изменений во всех направлениях.

Варианты ответ:

1. Закон Паскаля;
2. Закон Архимеда;
3. Закон Ньютона;
4. Закон Эйлера

21. Необходимо сопоставить ответы:

1. Первое свойство гидростатического давления	А. Гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве
2. Второе свойство гидростатического давления	Б. В любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема
3. Третье свойство гидростатического давления	В. Гидростатическое давление в любой точке жидкости действует одинаково по всем направлениям

Ответ: 1 – Б; 2 – В; 3 – А

22. Выберите правильный ответ:

Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется

Варианты ответа:

1. средний расход потока жидкости;
2. средняя скорость потока;
3. максимальная скорость потока;
4. среднее давление;
5. минимальный расход потока.

Ответ: 2

23. Выберите правильный ответ:

Ударная волна при гидравлическом ударе это

Варианты ответа:

1. область, в которой происходит увеличение давления;
2. область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга;
3. волна в виде сжатого объема жидкости;
4. область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода.

Ответ: 1

24. Выберите правильный ответ:

С помощью формулы Дарси –Вейсбаха можно определить

Варианты ответа:

1. число Рейнольдса;
2. коэффициент гидравлического трения;
3. потери напора;
4. коэффициент потерь местного сопротивления.

Ответ: 3

25. Выберите правильный ответ:

Режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно, называется:

Варианты ответа

1. Ламинарным;
2. Переходным;
3. Турбулентным;
4. Скоростным.

Ответ: 3

26. Выберите правильный ответ:

Идеальной жидкостью называется

Варианты ответа:

1. жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
2. жидкость, подходящая для применения;
3. жидкость, способная сжиматься;
4. жидкость, существующая только в определенных условиях.

Ответ: 1

Наименование оценочного средства			
Представление и содержание оценочных материалов	Фонд тестовых заданий, варианты контрольных работ, варианты вопросов для собеседования		
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	1. Коллоквиум, устный опрос (собеседование). Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий. Участие в опросах (собеседованиях) добровольное. Ответы на вопросы должны быть точными и краткими. Правильный ответ оценивается в 0,5 балла.		
	2. Тестовые задания		
	Шкала оценивания результатов		
	Количество выполненных тестовых заданий, %	Баллы	
		Раздел 2	Раздел 4
	60 - 80	до 6,0	до 7,0
	80-90	до 7,0	до 8,0
	90-100	до 8,0	до 10,0
	3. Контрольная работа		
	Шкала оценивания результатов		
	Критерии оценивания	Баллы	
		Раздел 1	Раздел 3 Раздел 6
	Оформление отчета	1	1 3
	Правильность расчета	5	5 7
	Собеседование по теме работы	3	3 4

Наименование оценочного средства

Представление и содержание оценочных материалов

Фонд вопросов для экзамена*

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Студент получает зачет, набрав 55 и более баллов и допускается к экзамену (Однако не ограничивайтесь малым, стремитесь получить как можно больше баллов по дисциплине, завершающейся экзаменом.)

Оценка	Баллы
удовлетворительно	55-69
хорошо	70-84
отлично	85-100

Максимальное количество баллов за решение задачи – 20

При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:

1. Правильность выполнения практического(их) задания(ий)
2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины
3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.
4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы
5. Логичность и последовательность ответа
6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем

От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20
Максимальное количество баллов за экзамен, общий - 40

***Фонд вопросов для экзамена**

1. Предмет и задачи дисциплины. Классификация основных процессов теплотехнологий
2. Гипотеза сплошности среды. Режимы движения жидких сред.
3. Силы и напряжения, действующих в жидких средах
4. Дифференциальное уравнение гидростатики. Основное уравнение гидростатики
5. Абсолютное и избыточное давление, вакуум, приборы для их измерения
6. Закон Паскаля и его использование в технике
7. Сила давления жидкости на плоские стенки
8. Сила давления жидкости на криволинейные стенки.
9. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
10. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Уравнение Пуазейля.
11. Турбулентное течение жидкости в трубах.
12. Что называется давлением, чем давление отличается от напора?
13. Способы уменьшения гидравлических сопротивлений.
14. Местные гидравлические сопротивления.
15. Как определить величины абсолютного, избыточного давления
16. Гидравлический расчет трубопроводов, их классификация
17. Параллельное соединение трубопроводов.
18. Непрерывная раздача расхода по пути
19. Кольцевой трубопровод.
20. Разветвленная сеть трубопроводов
21. Расчет сифонного трубопровода.
22. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока вязкой жидкости.
23. Гидравлический удар в трубопроводах
24. Дайте определение понятию начального участка трубопровода. Почему потери напора на начальном участке больше, чем на стабилизированном участке трубопровода одинаковой длин?
25. Назовите способы определения оптимального диаметра трубопровода.

РЕЦЕНЗИЯ

на оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Гидравлика в теплотехнологиях»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

1. ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1.21 Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

1.22 Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

1.23 Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

1.24 Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся, к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета ИТЭ 27.10.2020 г., протокол № 7/20

Председатель УМС

Чичирова Н.Д.

Рецензент

Ильин О.В., Казанские тепловые сети – филиал АО Татэнерго,

начальник ПТО, к.т.н.

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)

