

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.11.2023 13:41:33

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825596a431acc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М. Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Механика. Механика жидкости и газа»**

**Направление подготовки**

08.03.01 - «Строительство»

**Направленность (профиль)**

**«Инженерные системы жизнеобеспечения в строительстве»**

**Квалификация**

Бакалавр

Грозный – 2020

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Основы теплотехники и гидравлики» является освоение основных законов теплотехники и гидравлики, газовой динамики, термодинамических систем и процессов. Освоение студентом происходящих в различного рода тепловых установках, отдельных зданиях и сооружениях. Ознакомление студентов с основными проблемами теплотехники и гидравлики, подготовка студентов к изучению спецкурсов, расчету проектов и выполнению индивидуального практикума. Изучение основных методов расчета теплотехнических и гидравлических систем.

Задачей изучения курса является подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, строительства зданий и сооружений представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к обязательной части математического и естественного цикла.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» базируется на знании физики, высшей математики, теоретической механики, сопротивления материалов и является составной частью научно-прикладной области знаний - технологии строительного производства. Изучение дисциплины проводится на первом курсе обучения во 2-м семестре. Для изучения курса требуется знание: высшей математики, физики, химии, философии, теоретической механики, сопротивления материалов, метрологии.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для специальных курсов Теплогазоснабжение и вентиляция, Водоснабжение и водоотведение, Технологические процессы в строительстве, Строительная механика, Технология строительных процессов, Строительные машины и оборудование, Ресурсо- и энергосберегающие технологии возведения зданий и сооружений и др.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

**ОПК-1** Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата

ОПК-1.1. Выявление и классификация физических и химических процессов, протекающих на объекте профессиональной деятельности;

ОПК-1.2. Определение характеристик физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования;

ОПК-1.4. Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического уравнения;

ОПК-1.5. Выбор базовых физических и химических законов для решения задач профессиональной деятельности.

**ОПК-3** Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

ОПК-3.1. Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии;

ОПК-3.2. Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестры	
				2	2
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа</b>		<b>32/0,88</b>	<b>8/0,22</b>	<b>32/0,88</b>	<b>8/0,22</b>
В том числе:					
Лекции		16/0,44	4/0,11	16/0,44	4/0,11
Практические занятия					
Семинары					
Лабораторные работы		16/0,44	4/0,11	16/0,44	4/0,11
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>40/1,11</b>	<b>64/1,78</b>	<b>40/1,11</b>	<b>64/1,78</b>
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы		9/0,25	9/0,25	9/0,25	9/0,25
ИТР					
Рефераты					
Доклады					
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам		17/0,47	18/0,5	17/0,47	18/0,5
Подготовка к практическим занятиям					
Подготовка к зачету, экзамену		17/0,47	26/0,72	17/0,47	26/0,72
<b>Вид отчетности</b>		<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>Всего в часах</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>Всего в зач. единицах</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Часы лабораторных занятий.		Всего часов	
		3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Основные понятия и положения термодинамики.	1						1	
2	Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.	1	1	2	1	2	1	5	3
3	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия. Энтропия. Круговые процессы.	1		1		2		4	
4	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	1	0.5	1	0.5		0.5	2	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	1	0.5	2	0.5		0.5	3	
6	Термодинамика потока	1						1	
7	Теплообмен. Контактный теплообмен.	1		1		1		4	
8	Теплопроводность. Конвективный теплообмен	1		1		1		4	
9	Теплоотдача. Теплопередача.	1		1		1		4	
10	Гидравлика. Гидростатика. Законы равновесия, покоя жидкости	1	1	1	1	1	1	3	3
11	Кинематика и динамика жидкости	1		1		2		4	
12	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия.	1		1				2	
13	Местные гидравлические сопротивления	1		1		2		4	
14	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	1	1	1	1	2	1	4	3
15	Гидравлический расчет трубопроводов.	1		1		2			
16	Гидромашины	1		1		2			
17	Центробежные насосы. Объемные насосы	1		1		2			
<b>ВС ЕГО:</b>		<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>12</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные понятия и положения термодинамики.	Предмет технической термодинамики. Понятие рабочего тела. Величины, определяющие состояние газов их основные параметры. Термодинамическая система и термодинамические параметры состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Идеальные газы и их основные законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Смеси идеальных газов.
2	Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.	Теплота и теплоёмкость газа при постоянном объёме и постоянном давлении. Зависимости теплоёмкости от температуры. Теплоёмкость газовых смесей. Определение внутренней энергии. Работа расширения.

1	2	3
3	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия. Энтропия. Круговые процессы.	Сущность первого закона термодинамики и его аналитическое выражение. Энтальпия. Энтропия. PV- и TS-диаграммы. Изменение состояния газов. Сущность второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Цикл Карно. Регенеративный цикл. Эксергия.
4	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	Основные термодинамические процессы в газах парах и смесях. Общие методы исследования. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы.
5	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Основные характеристики влажного воздуха. Понятие об уравнение Вулкаловича-Новикова и Боголюбова-Майера. Влажностное содержание, абсолютная и относительная влажность. H-d диаграмма влажного воздуха.
6	Термодинамика потока	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью h-s диаграмм. Действительный процесс истечения газов и паров. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Дросселирование газов и паров. Понятие об эффекте Джоуля-Томсона. Термодинамический анализ процессов в компрессорах классификация и принцип действия компрессоров. Эксергия потока рабочего тела.
7	Теплообмен. Контактный теплообмен.	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Способы передачи теплоты. Сложный теплообмен. Качественные характеристики переноса теплоты. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
8	Теплопроводность. Конвективный теплообмен	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа-уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости. Основы теории подобия. Основы теории подобия. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия.

1	2	3
9	Теплоотдача. Теплопередача.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплообмен излучением. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Стефана-Больцмана. Абсолютно черное тело. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция. Основы массообмена
10	Гидравлика. Гидростатика. Законы равновесия, покоя жидкости	Предмет гидравлики и гидромашины. Применение и значение гидравлики в современном машиностроении. Основные физические свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Идеальная жидкость. Ньютоновские жидкости. Свойство давления в неподвижной жидкости. Уравнение Эйлера равновесия жидкости. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда. Плавание тел.
11	Кинематика и динамика жидкости	Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода. Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
12	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия.	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия. Потери напора в трубах. Формула. Шероховатость стенок, абсолютная и относительная. Графики Никурадзе и Мурина.
13	Местные гидравлические сопротивления	Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена.
14	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости, расхода. Истечение через насадки различного типа Истечение при переменном напоре. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара. Гидравлический удар в трубах.
15	Гидравлический расчет трубопроводов.	Движение жидкости в напорных трубопроводах. Короткие трубопроводы постоянного диаметра. Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Горизонтальная и вертикальная водоспускные трубы. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы. Трубопровод с насосной подачей. Взаимодействие струи с твердыми преградами. Силы воздействия потока на стенки. Расчет длинного трубопровода. Магистральные нефтепроводы.

1	2	3
16	Гидромашины	Общие сведения о гидромашинах. Насосы и гидродвигатели. Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных насосов. Основы теории подобия насосов. Основные параметры насосов. Лопастные насосы. Явление кавитации. Коэффициент быстроходности. Типы лопастных насосов. Применение формул подобия для пересчета характеристик насосов. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационная характеристика. Кавитационный запас. Формула Руднева и ее применение.
17	Центробежные насосы. Объемные насосы	Центробежные насосы. Уравнение Эйлера. Схемы одноступенчатых центробежных насосов. Теоретический напор насоса. Полезный напор. Потери энергии в насосе. Характеристика центробежных насосов. Объемные насосы. Принцип действия, общие свойства и классификация. Поршневые и плунжерные насосы. Индикаторная диаграмма. Графики идеальной подачи и ее неравномерность. Диафрагменные насосы. Роторные насосы и гидродвигатели.

**Лекционные занятия** проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

### 5.3 Лабораторные занятия

**Таблица 4**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	3
1	Первый закон термодинамики. Энтальпия. Энтропия.	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач
2	Теплота и теплоёмкость газа.	Определение параметров влажного воздуха
3	Термодинамика потока	Исследование процессов истечения воздуха через суживающееся сопло
4	Теплообмен. Контактный теплообмен.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя)
5	Дифференциальные уравнения термодинамики.	Определение коэффициента теплоотдачи
6	Гидростатика. Законы равновесия, покоя жидкости	Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.

1	2	3
7	Кинематика и динамика жидкости	Определение слагаемых уравнения Д. Бернулли
8	Гидравлические сопротивления. Гидромашины.	Режимы движения жидкости. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления критического числа Рейнольдса
9	Расчет трубопроводов	Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях

#### 5.4. Практические (семинарские) занятия (не предусмотрены)

### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

При подготовке реферата студенту предварительно следует подобрать различные литературные, периодические, нормативные и другие источники и материалы, систематизируя и обобщая при этом нужную информацию по теме.

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Идеальные газы и их основные законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Смеси идеальных газов.
2	Общие методы исследования. Основные термодинамические процессы в газах парах и смесях.
3	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS-диаграммах. Основные характеристики влажного воздуха. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. H- d диаграмма влажного воздуха.
4	Уравнение первого закона термодинамики для потока. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Термодинамический анализ процессов в компрессорах классификация и принцип действия компрессоров. Эксергия потока рабочего тела.
5	Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия. Потери напора в трубах. Формула. Шероховатость стенок, абсолютная и относительная. Графики Никурадзе и Мурина.
6	Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена.
7	Основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Внезапное расширение трубы (теорема Борда). Диффузоры. Колена.
8	Основное расчетное уравнение простого трубопровода. Определение экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Сифонный трубопровод. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Сложные трубопроводы.
9	Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубах с учетом инерционного напора. Явление гидравлического удара. Формула Жуковского для прямого удара.

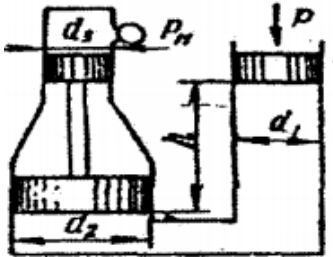
Самостоятельная работа студентов включает проработку тем, включенных в рабочую



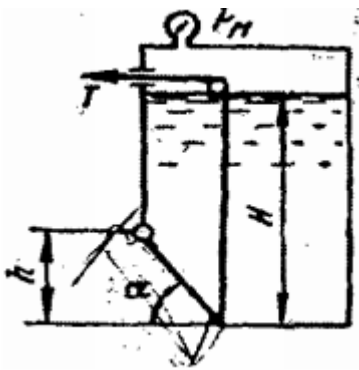
программу, а также самоконтроль знаний по темам с помощью нижеперечисленных заданий.

### Работа выполняется в виде расчетно - графической (РГР).

Задача 1. Определить манометрическое давление  $p_m$  в верхней части одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, под действием силы  $P$ , приложенной к поршню правого сосуда (см. рис.). Исходные данные:  $P = 400$  кН,  $d_1 = 250$  мм,  $d_2 = 400$  мм,  $d_3 = 150$  мм,  $h = 0,9$  м.



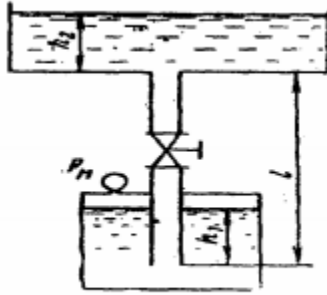
Задача 2. Поворотный клапан закрывает выход из бензохранилища в трубу квадратного сечения (см. рис.). Определить, какую силу  $T$  нужно приложить к тросу для открытия клапана при следующих данных:  $h = 0,4$  м,  $H = 1,1$  м,  $\alpha = 30^\circ$ ; объемный вес бензина  $\rho_v = 700$  кг/м<sup>3</sup>; манометрическое давление паров бензина в резервуаре  $P_m = 5$  кПа



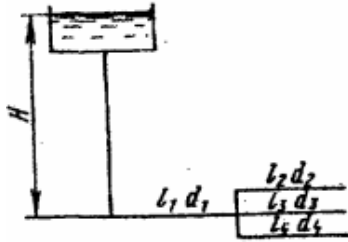
Задача 3. На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила  $P_1$  0,70 кН. Какую силу  $P_2$  нужно приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды под ним был  $h = 0,7$  м выше уровня воды под первым поршнем? Диаметр первого поршня  $d_1 = 20$  мм, второго  $d_2 = 300$  мм.

Задача 4. По сифонному трубопроводу длиной  $l = 40$  м и диаметром  $d = 100$  мм нужно обеспечить расход бензина  $Q = 16$  л/с. Определить разность уровней  $H$ , если длина трубопровода  $l_1 = 20$  м, ее возвышение над верхним резервуаром  $h = 2$  м. Коэффициент сопротивления сетки  $\xi_c = 6$ , задвижки  $\xi_z = 3$ . Коэффициент сопротивления трения  $\lambda = 0,025$ . Объемный вес бензина  $\rho_v = 750$  кг/м<sup>3</sup>

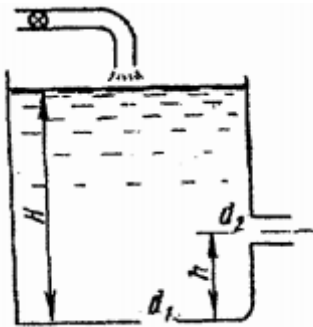
Задача 5. Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке  $p_m = 70$  кПа (см. рис.). Определить расход воды  $Q$  при следующих данных:  $d = 125$  мм,  $l = 3,5$  м,  $h_1 = h_2$ . Коэффициент сопротивления трения определить по эквивалентной шероховатости  $\Delta = 0,2$  мм, предполагая наличие квадратичной зоны сопротивления. Коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу  $\xi_{вх} = 0,5$ ; вентиля  $\xi_{вент} = 4,5$ ; выхода из трубы  $\xi_{вых} = 1,0$ .



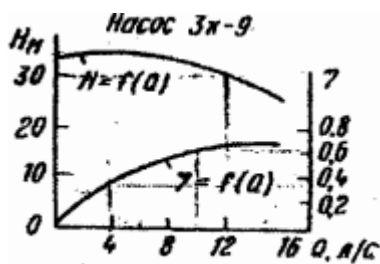
Задача 6. Определить общий расход воды  $Q$ , поступивший по системе труб под напором  $H = 4,64$  м. Диаметры труб  $d_1 = 150$  мм,  $d_2 = d_3 = d_4 = 100$  мм. Длины труб  $l_1 = 120$  м;  $l_2 = l_3 = l_4 = 60$  м. Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых водопроводных труб:  $k_1 = 61,4$  л/с,  $k_2 = k_3 = k_4 = 110$  л/с.



Задача 7. В баке, имеющем в дне отверстие диаметром  $d_1 = 100$  мм и в стенке отверстие, снабженное цилиндрическим насадком, диаметром  $d_2 = 75$  мм; установился уровень воды на высоте  $H = 1,8$  м (см. рис.). Определить, какой расход воды  $Q$  поступает в бак, если центр бокового отверстия возвышается над дном бака на высоту  $h = 0,4$  м.



Задача 8. Определить мощность на валу центробежного, подающего воду по трубопроводу длиной  $l = 1400$  м и диаметром  $d = 150$  мм, высота подъема воды  $H_T = 10$  м, свободный мотор  $h_{св} = 15$  м. Коэффициент сопротивления трения трубопровода  $\lambda = 0,025$ .



## Учебно-методическое обеспечение выполнения самостоятельной работы

1. Глухов В.С. Основы гидравлики и теплотехники: Раздел 1. Основы Гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глухов В.С., Дикой А.А., Дикая И.В.— Электрон. текстовые данные.— Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019.— 293 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/82447.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калиниченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75606.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Савиновских А.Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Савиновских А.Г., Коробейникова И.Ю., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81474.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Бабаев М.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бабаев М.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2019.— 191 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81004.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Гусев В.П. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Гусев В.П., Гусева Ж.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 221 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66394.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия)).
3. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
4. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Уравнение состояния реальных газов.
6. Определение удельного объема смеси.
7. Газовая постоянная. Формулы определения.
8. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
9. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
10. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
11. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
12. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
13. Второй закон термодинамики.
14. Цикл Карно. Термический КПД.
15. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства.
16. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
17. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
18. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.

19. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
20. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка. Многослойная стенка.

### **Карточка к первой рубежной аттестации**

1. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
2. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
3. Цикл Карно. Термический КПД.
4. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).

## **7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
2. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
3. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения.
4. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
5. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное).
6. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
7. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.
8. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Принцип действия основные формулы (ртутный манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр).
9. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
10. Эпюры гидростатического давления (принципы построения эпюры).
11. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
12. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
13. Основы гидродинамики. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
14. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Схема движения жидкости. Гидродинамическое давление.
15. Гидравлические элементы потока (площадь живого сечения, смоченный периметр, гидравлический радиус).
16. Средняя скорость потока. Расход жидкости.
17. Уравнение неразрывности (для элементарной струйки, потока).
18. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости (вывод уравнения).
19. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
20. Как определяется приращение кинетической энергии в уравнение Бернулли.
21. Как определяется работа сил, действующих на объем жидкости в уравнение Бернулли.
22. Ламинарное и турбулентное движение жидкости критерий Рейнольдса.
23. Критическое число Рейнольдса. Как определяется режим движения жидкости.
24. Гидравлические потери напора. Коэффициент Дарси-Вейсбаха, А.Д Альтшуля.
25. Местные потери напора. Формула Вейсбаха. Как определяется коэффициент местного сопротивления.
26. Поверхности равного давления. Равновесие однородной несжимаемой жидкости.
27. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
28. Истечение жидкости при постоянном напоре истечение через малое отверстие. Определение расхода при истечении.
29. Потери напора по длине при равномерном движении.
30. Трубопроводы. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.

### **Карточка ко 2 рубежной аттестации**

1. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Принцип действия основные формулы (ртутный манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр).

2. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
3. Основы гидродинамики. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
4. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).  
Местные потери напора. Формула Вейсбаха. Как определяется коэффициент местного сопротивления.

### **7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы теплотехники и гидравлики»**

1. Цели и задачи термодинамики. Понятие термодинамической системы.
2. Термодинамические параметры состояния. Удельный объем, плотность, давление, температура (абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия).
3. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеальных газов.
4. Законы идеальных газов (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля). Объединенное уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Уравнение состояния реальных газов.
6. Определение удельного объема смеси.
7. Газовая постоянная. Формулы определения.
8. Теплоемкость газов. Зависимость теплоемкости от температуры.
9. Массовая, мольная и объемная теплоемкости. Уравнение Майера.
10. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
11. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
12. Обратимые и необратимые процессы. Работа.
13. Второй закон термодинамики.
14. Цикл Карно. Термический КПД.
15. Термодинамические процессы реальных газов. Пар и его свойства.
16. Термические процессы идеальных газов в закрытых системах. Изобарный, изохорный, адиабатный, изотермический процессы (работа расширения процесса, изменение энтропии).
17. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
18. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
19. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
20. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка. Многослойная стенка.
21. Реальные и идеальные жидкости, основные понятия и определения.
22. Физические свойства жидкостей. Плотность, удельный вес, объем, удельный объем.
23. Сжимаемость жидкости, Коэффициент объемного сжатия, температурного расширения.
24. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.
25. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное).
26. Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
27. Сообщающиеся сосуды. Определение уровня жидкости в сосуде.
28. Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Принцип действия основные формулы (ртутный манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр).
29. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
30. Эпюры гидростатического давления (принципы построения эпюры).
31. Гидростатические машины. Принцип действия основные формулы.
32. Давление жидкости на стенки труб. Разрывающие усилия (труба, резервуар).
33. Основы гидродинамики. Схема движения жидкости. Элементарная струйка. Линия тока.
34. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Схема движения жидкости. Гидродинамическое давление.
35. Гидравлические элементы потока (площадь живого сечения, смоченный периметр, гидравлический радиус).
36. Средняя скорость потока. Расход жидкости.
37. Уравнение неразрывности (для элементарной струйки, потока).
38. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости (вывод уравнения).
39. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.

40. Как определяется приращение кинетической энергии в уравнение Бернулли.
41. Как определяется работа сил, действующих на объем жидкости в уравнение Бернулли.
42. Ламинарное и турбулентное движение жидкости критерий Рейнольдса.
43. Критическое число Рейнольдса. Как определяется режим движения жидкости.
44. Гидравлические потери напора. Коэффициент Дарси-Вейсбаха, А. Д Альтшуля.
45. Местные потери напора. Формула Вейсбаха. Как определяется коэффициент местного сопротивления.
46. Поверхности равного давления. Равновесие однородной несжимаемой жидкости.
47. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
48. Истечение жидкости при постоянном напоре истечение через малое отверстие. Определение расхода при истечении.
49. Потери напора по длине при равномерном движении.
50. Трубопроводы. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.

### Образец билета к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<b><u>Механика. Механика жидкости и газа</u></b> Семестр - 2
Группа	<b><u>ИСЖ-20</u></b>
<b>Билет № 1 (к зачету по дисциплине)</b>	
<b>1.</b>	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
<b>2.</b>	Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Принцип действия основные формулы (ртутный манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр).
<b>3.</b>	Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
<b>4.</b>	Критическое число Рейнольдса. Как определяется режим движения жидкости.
<b>Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»</b> <span style="float: right;"><b>Р.А-В. Турлуев</b></span>	

### Критерии оценки знаний студентов на зачете

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, который

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов
- без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и расчетно-графической работы, систематическая активная работа на лабораторных занятиях.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература

1. Глухов В.С. Основы гидравлики и теплотехники: Раздел 1. Основы Гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Глухов В.С., Дикой А.А., Дикая И.В.— Электрон. текстовые данные.— Армавир: Армавирский государственный педагогический университет, 2019.— 293 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/82447.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Андреев В.В. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебник/ Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71706.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Техническая термодинамика и теплотехника [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. Хащенко А.А., Калиниченко М.Ю., Вислогузов А.Н.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75606.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Савиновских А.Г. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Савиновских А.Г., Коробейникова И.Ю., Новикова Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81474.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Бабаев М.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бабаев М.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2019.— 191 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/81004.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Гусев В.П. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Гусев В.П., Гусева Ж.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 221 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66394.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Гусев В.П. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие для СПО/ Гусев В.П., Гусева Ж.А.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Профобразование, 2017.— 221 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66394.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Малый В.П. Практикум по гидравлике [Электронный ресурс]: учебное пособие для слушателей, курсантов и студентов Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России/ Малый В.П., Масаев В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66924.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### б) дополнительная литература

1. Стоянов Н.И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и теплообмен) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стоянов Н.И., Смирнов С.С., Смирнова А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 226 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63139.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный

технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Кузнецов В.А. Основы гидрогазодинамики [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Карелин В.С., Турлуев Р.А-В., Исаев Х.А. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.- Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2009 г.
6. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидродинамике. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
7. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНИ 2010 г.
8. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ.- 2005, 44 с.
9. Исаев Х.А. Решение типовых задач по гидравлике (гидростатика). Метод реком. Изд. ГГНИ 2008 г
10. Исаев Х.А., Магомадова М.Х. Гидродинамика Курс лекций.- Изд. ГГНИ 2010 г.
11. Мадаева М.З. Магомадова М.Х. Поршневые и центробежные насосы. Примеры расчета. Метод реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
12. Магомадова М.Х. Исаев Х.А. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидравлика».
13. Карелин В.С. Турлуев Р.А-В Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2010 г.
14. Кузнецов Б.Ф, Турлуев Р.А-В., Магомадова М.Х. Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач. Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2009 г.

## в) программное и коммуникационное обеспечение

1. Электронный конспект лекций
2. Компьютерные программы для выполнения лабораторных работ.

г) **Интернет ресурс** - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru) электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», “Консультант студента”, “ibooks”

1	<a href="http://borisov.3dn.ru/_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf">borisov.3dn.ru&gt;_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf</a>
2	<a href="http://forest-college.ru/files/uchebn-mat-1/tehnich_...">forest-college.ru&gt;files/uchebn-mat-1/tehnich_...</a>
3	<a href="http://firing-hydra.ru/index.php...">firing-hydra.ru&gt;index.php...</a>
4	<a href="http://twirpx.com/file/189316/">twirpx.com&gt;file/189316/</a>
5	<a href="http://gidravlika.3dn.ru/index/kurs_lekcij/0-4">gidravlika.3dn.ru&gt;index/kurs_lekcij/0-4</a>
6	<a href="http://hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf">hydro133.narod.ru&gt;lecture/og_lec_04.pdf</a>
7	<a href="http://shporgaloshka.ucoz.ru/gidravlika-konspekt_...">shporgaloshka.ucoz.ru&gt;gidravlika-konspekt_...</a>
8	<a href="http://borisov.3dn.ru/_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf">borisov.3dn.ru&gt;_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf</a>
9	<a href="http://allformgsu.ru/Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике">allformgsu.ru&gt;Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике</a>
10	<a href="http://hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf">hydro133.narod.ru&gt;lecture/og_lec_04.pdf</a>
11	<a href="http://eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>
12	<a href="http://booksgid.com&gt;...tehnicheskaja-termodinamika-i.html">booksgid.com&gt;...tehnicheskaja-termodinamika-i.html</a>
13	<a href="http://termpower.ru&gt;tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...">termpower.ru&gt;tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...</a>
14	<a href="http://techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...">techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...</a>



## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Класс с персональными компьютерами для проведения виртуальных лабораторных работ и практических занятий по дисциплине **Механика. Механика жидкости и газа**

### Раздел Термодинамика (наличие оборудования и ТСО)

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ) 1. Теплопередача при конвекции и обдуве стержня ( <i>Реальная</i> ) 2. Теплопередача при конвекции и обдуве радиатора ( <i>Реальная</i> ) 3. Теплопередача при конвекции и обдуве шара ( <i>Реальная</i> ) 4. Теплопередача при конвекции и обдуве пластины ( <i>Реальная</i> )
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы) 1. Исследование трубчатого теплообменника ( <i>Реальная</i> ) 2. Исследование пластинчатого теплообменника ( <i>Реальная</i> )
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабор. работ) <b>ВЛР №1.</b> Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач; <b>ВЛР №2.</b> Определение параметров влажного воздуха; <b>ВЛР №3.</b> Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло; <b>ВЛР №4.</b> Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала; <b>ВЛР №5.</b> Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции; <b>ВЛР №6.</b> Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	<b>Комплект плакатов</b> 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	Техническая термодинамика (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» 16 шт.
6	<b>Электронные плакаты</b> Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
а.	Техническая термодинамика (86 шт.)
б.	Тепломассообмен(122 шт.)
	<b>Презентации:</b>
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Двигатели внутреннего сгорания
4	Физико-химические основы современной энергетики
5	Энергосбережение и ее роль в жизни общества (52 слайдов);
6	Мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению (20 слайдов);
7	Особенности реализации программ энергосбережения и энергетической эффективности для бюджетных организаций (9слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)


## Раздел Гидравлика (наличие оборудования и ТСО)

1.	<p><b>Типовой комплект учебного оборудования: стенд гидравлический универсальный "Экспериментальная механика жидкости" ЭМЖ-09-14ЛР-01</b> (14 лабораторных работ)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнение Бернулли. Тарировка расходомера Вентури. (<i>Реальная</i>)</li> <li>2. Определение коэффициента гидравлического трения в трубопроводе (<i>Реальная</i>)</li> <li>3. Исследование режима движения жидкости» (<i>Реальная</i>)</li> <li>4. Определение коэффициента гидравлического трения в трубопроводе (<i>Реальная</i>)</li> <li>5. Местные сопротивления. (<i>Реальная</i>)</li> <li>6. Прохождение жидкости через сужающее устройство - диафрагму (<i>Реальная</i>)</li> </ol>
2	<p><b>Типовой комплект учебного оборудования: «Измерение давлений, расходов и температур в системах газоснабжения» ИСГ ДРТ-012-12ЛР-ПК</b> (12 лабораторных работ)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Динамические характеристики терморезистивного преобразователя (ручной режим измерений) (<i>Реальная</i>)</li> <li>2. Приборы измерения давления. Стрелочный деформационный манометр. Датчик давления пьезорезистивного типа. (<i>Реальная</i>)</li> <li>3. Изучение способа измерения расхода газа по методу отсеченного объема (<i>Реальная</i>)</li> <li>4. Изучение способа измерения расхода газа: расходомер, ротаметр. Счетчик газа. (<i>Реальная</i>)</li> <li>5. Изучение способа измерения расхода газа по измерительной диафрагме (<i>Реальная</i>)</li> <li>6. Снятие характеристики компрессора (<i>Реальная</i>)</li> <li>7. Изучение редукционного клапана (<i>Реальная</i>)</li> </ol>
3	<p><b>Виртуальные лабораторные работы (ВЛР):</b> <b>Программный лабораторный комплекс "Гидравлика" (Тверь 2016 г.):</b></p> <p><u>№1.1</u> Измерение гидростатического давления, экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики и закона Паскаля (2016);</p> <p><u>№1.2</u> Изучение относительного покоя жидкости при вращательном движении (2016);</p> <p><u>№1.3</u> Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся равномерном движении жидкости (2016);</p> <p><u>№1.4</u> Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода (2016);</p> <p><u>№1.5</u> Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости (2016);</p> <p><u>№1.6</u> Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу (2016);</p> <p><u>№1.7</u> Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе (2016);</p> <p><u>№1.8</u> Изучение фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси (2016).</p> <p><u>№1.9</u> Виртуальная лабораторная работа «Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе - 7 сечений». «Построение диаграммы Д.Бернулли» (2016).</p> <p><u>№1.10</u> «Экспериментальное определение скоростей в сечении круглой трубы» (2016).</p> <p><b>Бриденко. Учебный терминал» с комплексом виртуальных лабораторных работ: Механика жидкости и газа. (2016)</b></p> <p>Лабораторная №1 «Определение гидростатического давления жидкости» (С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №2 «Определение плотности несмешивающихся с водой жидкостей» (С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №3 «Гидравлический пресс(С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №4 «Сила давления жидкости на плоскую поверхность» (С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №5 «Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде» (С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №6 «Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления» (С-Петерб.).</p> <p>Лабораторная №7 «Определение режима движения жидкости» (С-Петерб.).</p>

	<p>Лабораторная №8 «Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды (С-Петербург).</p> <p>Лабораторная №9 «Исследование режимов истечения жидкости» (С-Петербург).</p> <p>Лабораторная №10 «Определение динамических коэффициентов для определения расхода жидкости» (С-Петербург).</p> <p><b>3.1 Виртуальная лаборатория "Гидравлическое моделирование кольцевых водопроводных сетей" (Тверь 2016 г.)</b></p> <p>«Гидромашины и гидроприводы»; «Исследование открытого потока»; «Гидравлическое моделирование кольцевых, тупиковых, или комбинированных трубопроводных сетей».</p> <p>Программный лабораторный комплекс "Гидравлика"</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кольцевая сеть 2 кольца; (6 положений)</li> <li>2. 8. Комбинированная сеть;</li> <li>3. 9. Тупиковая сеть, положение 1; (3 положения).</li> </ol> <p><b>Виртуальная лабораторная работа (ВЛР) «Исследование открытого потока» (Лоток 15 м) (Тверь 2016 г.)</b> В состав входит семь модулей:</p> <p>Позволяет исследовать открытые потоки в следующих гидротехнических сооружениях:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Без конструкций по линии потока;</li> <li>2). Водослив с широким порогом;</li> <li>3). Водослив практического профиля;</li> <li>4). Прямоугольный водослив;</li> <li>5). Трапецеидальный водослив;</li> <li>6). Водослив Томсона;</li> <li>7). Дорожная труба;</li> <li>8) Подмостовое русло.</li> </ol> <p><b>В каждом из модулей по 8 вариантов заданий, всего 64 варианта лабораторных работ</b></p> <p>№1 «Определение коэффициента шероховатости открытого призматического русла».</p> <p>№2: «Оценка энергетического состояния потока и построение кривых свободной поверхности».</p> <p>№3: «Определение коэффициента расхода прямоугольного водослива с тонкой стенкой»</p> <p>№ 4: «Исследование движения потока воды через водослив с широким порогом».</p> <p>№ 5: «Определение коэффициентов расхода водослива практического профиля»</p> <p>№ 6: «Изучение истечения воды из донного напорного отверстия (из-под щита)».</p> <p>№ 7: «Исследование совершенного гидравлического прыжка»</p> <p><b>Виртуальная лаборатория «Гидромашины» (Тверь)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 «Кавитационные испытания центробежного насоса» (2016);</li> <li>2.2 Параметрические испытания центробежного насоса» (2016).</li> <li>2.3 Испытание нерегулируемого объемного насоса (2003);</li> <li>2.4 Испытание гидропривода с объемным регулированием (2003);</li> <li>2.5 Испытания гидропривода поступательного действия с дроссельным регулированием (параллельное включение дросселя) (2003);</li> <li>2.6 Испытания гидропривода поступательного действия с дроссельным регулированием (последовательное включение дросселя) (2003);</li> <li>2.7 Испытания гидродинамической передачи (2003);</li> </ol>
4	<b>Комплекты плакатов</b>
4.1	Комплект плакатов «Гидравлика и гидропривод» (16 шт.) (размер 560x800 мм): Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5	<b>Электронные плакаты</b> Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
5.1	Гидравлика и гидропривод (171шт.)

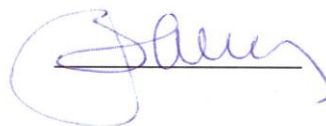
**Составитель:**

Доцент кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

 / М.З. Мадаева /

**Согласовано:**

Зав. кафедрой  
«Экспертиза и управление  
недвижимостью и теплогазоснабжение  
(ЭУНТГ)»

 / В.М. Хадисов /

Зав. выпускающей кафедрой  
"Теплотехника и гидравлика"

 / Р.А.-В. Турлуев /

Директор ДУМР

 / М.А. Магомаева /