

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 18.11.2025 13:44:59

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db92dbec07971a86865a582519fa4504cc

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА»

Направление подготовки

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация

Бакалавр

Грозный – 2025

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теплотехника и гидравлика» является освоение основных законов теплотехники и гидравлики, газовой динамики, термодинамических систем и процессов. Освоение студентом происходящих в различного рода тепловых установок, 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 «Теплотехника и гидравлика» относится к обязательной части и базируется на знании физики, высшей математики, теоретической механики, сопротивления материалов и является составной частью научно-прикладной области знаний. Изучение дисциплины проводится в 4 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 Технические средства автоматизации и управления, Технологические процессы автоматизированных производств, Автоматизация технологических процессов и систем, Технологические процессы автоматизированных производств и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
Решение производственных задач ОПК-1. Применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы, методы математического анализа и моделирования; основные закономерности, действующие в процессе производства машин и оборудования ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; ОПК-1.3. Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; ОПК-1.4. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач	знать: - основы теплотехники и теплопередачи, процессы получения и преобразования различных видов энергии и способы передачи теплоты; - основные законы равновесия и движения жидкостей и газов, уметь применять их для решения задач проектирования, монтажа и эксплуатации систем автоматизации и проектирования; - основные термодинамические процессы, происходящие в газах, парах и их смесях; - основные законы термодинамики, принципы получения и использование теплоты; - особенности термодинамики открытых систем, основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли, основные законы преобразования энергии и тепломассообмена, термодинамические процессы и циклы двигателей и теплосиловых установок; - основы теплообмена и массообмена, пути интенсификации теплопередачи; - методы гидравлического расчета и проектирования трубопроводов; - законы истечения жидкости через отверстия и насадки; - виды и режимы движения жидкости; - свойства гидростатического давления, и основные законы движения жидкости; - общие законы и уравнения статики и динамики

		жидкостей; - существующие гидравлические и пневматические системы, - законы движения и равновесия жидкостей. уметь: - применять основные законы дисциплины для решения задач автоматизации и проектирования; - решать типовые задачи по гидравлике, выполнять основные расчеты и анализировать работу гидравлических машин, оборудования гидро- и пневмосистем, самостоятельно подбирать их, осваивать новую технику, выбирать оптимальные режимы ее работы, обеспечивающие качественное выполнение технологических процессов; - уметь пользоваться термодинамическими схемами, диаграммами, графиками и таблицами теплофизических свойств веществ и газов; - рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли. владеть: - основными теоретическими и экспериментальными методами исследования в области Проектирования и автоматизации процессов; - методами расчета процессов теплопередачи и теплоотдачи; - методами гидравлического расчета и проектирования
--	--	---

		трубопроводов; - формулами для определения коэффициента гидравлического сопротивления, основными расчетными формулами для определения потерь напора.
--	--	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/зач.ед.		Семестры	
		ОФО	ЗФО	4	5
				ОФО	ЗФО
Аудиторные занятия (всего)		48/1,4	10/0,3	48/1,4	10/0,3
В том числе:					
Лекции		16/0,5	6/0,17	16/0,5	6/0,17
Практические занятия					
Семинары					
Лабораторные работы		32/0,94	8/0,22	32/0,94	8/0,22
Самостоятельная работа (всего)		96/2,8	130/1,8	96/2,8	130/1,8
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты		42/1,2	58/1,6	42/1,2	58/1,6
Доклады					
<i>И(или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам		18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
Подготовка к практическим занятиям					
Подготовка к зачету, экзамену		36/1,0	36/1,0	36/1,0	36/1,0
Вид отчетности		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины	Всего в часах	144	144	144	144
	Всего в зач. единицах	4	4	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий.		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Основные понятия и положения термодинамики.	1	1					1	1
2	Теплота и теплоёмкость газа. Внутренняя энергия. Работа.	2				2		4	
3	Первый и второй законы термодинамики. Энтальпия. Энтропия. Круговые процессы.	2				2		4	
4	Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах	2	1				2	2	3
5	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов.	2						2	
6	Термодинамика потока	1						1	
7	Теплообмен. Контактный теплообмен.	2	1			2	2	4	3
8	Теплопроводность. Конвективный теплообмен	2				2		4	
9	Теплоотдача. Теплопередача.	2				2		4	
10	Гидравлика. Гидростатика. Законы равновесия, покоя жидкости	2	1			1	2	3	3
11	Кинематика и динамика жидкости	2				2		4	
12	Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия.	2						2	
13	Местные гидравлические сопротивления	1	1			1	2	2	3
14	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Неустановившееся движение жидкости. Гидравлический удар	2				3		5	
15	Гидравлический расчет трубопроводов.	2	1					2	1
16	Гидромашины	2						2	
17	Центробежные насосы. Объемные насосы	2						2	
	ВС ЕГО:	32	6			18	8	48	10

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.
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. Влагосодержание, 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. 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.

1	2	3
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.
9	Теплоотдача. Теплопередача.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. 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. 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.

1	2	3
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 водопускные 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.
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	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	Гидравлика. Гидростатика. Законы равновесия, покоя жидкости	Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.
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

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Одним из самых доступных и проверенных практикой путей повышения эффективности учебного занятия, активизация студентов является соответствующая организация и управление самостоятельной учебной работой. Она занимает исключительное место, потому что студенты приобретают знания только в процессе личной самостоятельной учебной деятельности.

Для текущего контроля в течение семестра предусматривается:

- оценка результатов выполнения и защиты индивидуальных расчетных заданий и лабораторных работ;
- контрольные работы по материалам лекций и практических занятий с целью проведения рейтинговой аттестации в конце каждого месяца.

В конце семестра студент должен набрать минимум баллов, необходимый для допуска к сдаче экзамена (зачета). Итоговая оценка в каждом семестре выводится с учетом количества баллов, набранных в ходе текущей работы.

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, контрольным работам, выполнение расчетного задания ИТР, РГР в письменной форме, подготовку к зачету или экзамену.

Самостоятельная работа выполняется также в виде реферата, доклада или презентации студентом по ниже представленным темам. Впоследствии студенты представляют для защиты свои работы, в процессе оценивания происходит обсуждение работы, а также блиц опрос студента.

При этом исполнитель может выбрать тему из предложенной тематики. В отдельных случаях тема может быть избрана студентом вне тематического списка рефератов.

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.

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 5

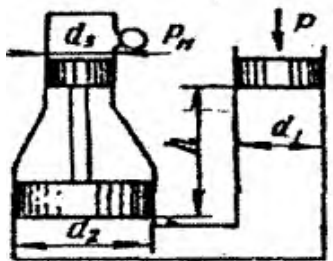
№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Идеальные газы и их основные законы. Основное уравнение кинетической теории газов. Законы Бойля – Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Смеси идеальных газов.
2	Общие методы исследования. Основные термодинамические процессы в газах парах и смесях.
3	Пары, основные определения. Водяной пар. Процессы парообразования в PV- и TS- диаграммах. Основные характеристики влажного воздуха. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Н- 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 наивыгоднейшего 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.

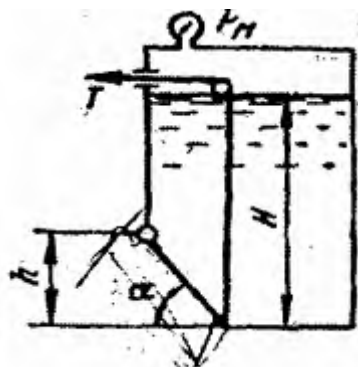
Самостоятельная работа студентов включает проработку тем, включенных в рабочую программу, а также самоконтроль знаний по темам с помощью нижеперечисленных заданий.

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/м³; манометрическое давление паров бензина в резервуаре $P_m = 5$ кПа

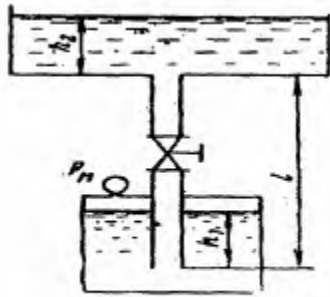


Задача 3. На поршень одного из сообщающихся сосудов, наполненных водой, действует сила P_1 0,70 кН. Какую силу P_2 нужно приложить ко второму поршню, чтобы уровень воды под ним был $h = 0,7$ м выше уровня

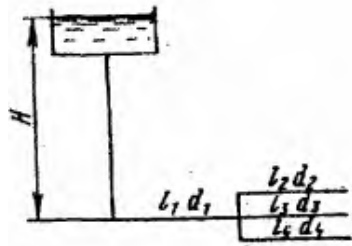
воды под первым поршнем? Диаметр первого поршня $d_1 = 20\text{ мм}$, второго $d_2 = 300\text{ мм}$.

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

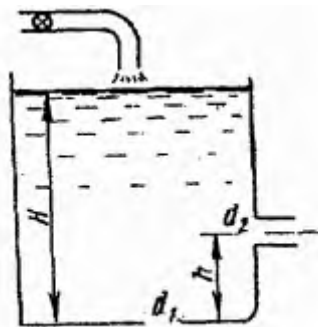
Задача 5. Вода подается из нижнего закрытого бака в верхний открытый бак по вертикальной трубе за счет избыточного давления в нижнем баке $p_m = 70\text{ кПа}$ (см. рис.). Определить расход воды Q при следующих данных: $d = 125\text{ мм}$, $l = 3,5\text{ м}$, $h_1 = h_2$. Коэффициент сопротивления трения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



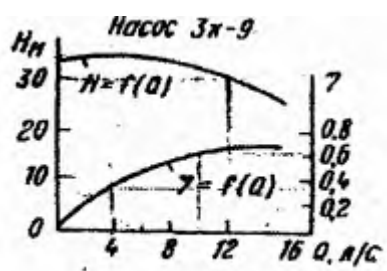
Задача 6. Определить общий расход воды Q , поступивший по системе труб под напором $H = 4,64\text{ м}$. Диаметры труб $d_1 = 150\text{ мм}$, $d_2 = d_3 = d_4 = 100\text{ мм}$. Длины труб $l_1 = 120\text{ м}$; $l_2 = l_3 = l_4 = 60\text{ м}$. Воспользоваться значениями расходных характеристик для новых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



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



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



6.3 Учебно - методическое обеспечение для выполнения самостоятельной работы студентов

6.3 Учебно-методическое обеспечение для 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., Калининченко 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.

Образец билета к первой рубежной аттестации

Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики Кафедра «Теплотехника и гидравлика» Билет № 1	
<u>I Аттестация Дисциплина Теплотехника и гидравлика</u>	
1.	Понятие термодинамической системы. Изолированная и неизолированные

	термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния. Термодинамический процесс. Понятие релаксации.
2.	Температура. Абсолютная термодинамическая шкала температур (Кельвина, Цельсия). Манометрическое давление. Приборы для измерения давления.
3.	Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
4.	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы.
Зав. кафедрой	
«Теплотехника и гидравлика», доцент	
Р.А-В. Турлуев	

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 эпюр).
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.

31. Образец билета к второй рубежной аттестации

Министерство науки и высшего образования РФ	
Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова	
Институт энергетики	
Кафедра «Теплотехника и гидравлика»	
Билет № 1	
Дисциплина: <u>Теплотехника и гидравлика</u>	II аттестация
1. Гидростатика. Гидростатическое давление (среднее, истинное) его единицы измерения	
2. Упругость паров жидкости. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.	
3. Определение глубины погружения точки и ее параметры.	
4. Основы гидродинамики. Гидростатические элементы потока (смоченный периметр, напорное движение, гидравлический радиус).	
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», доц.	Р.А-В. Турлуев

7.3. Вопросы к зачету по дисциплине «Теплотехника и гидравлика»

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 эпюр).
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 карточки к зачету по дисциплине

	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ	
	<i>КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"</i>	
	Дисциплина <u>Теплотехника и гидравлика</u>	Семестр - 4

	Группа <u>АНЗ-23</u>
	Карточка № 1 (к зачету по дисциплине)
1.	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
2.	Приборы для измерения давления. Принцип действия пьезометра, на чем основан. Принцип действия основные формулы (ртутный манометр, дифференциальный манометр, вакуумметр).
3.	Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
4.	Критическое число Рейнольдса. Как определяется режим движения жидкости.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Р.А-В. Турлуев	

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.

Критерии оценки знаний студента на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые

ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

7.4 Текущий контроль

Практическая работа № 1

**«Первый закон термодинамики в приложении к
одного из видов технических задач».**

решению

1. Цель работы. Определение с помощью уравнения первого закона термодинамики количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду в условиях лабораторной установки.

2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
 2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
 3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
 4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
 5. На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?
 6. Сформулируйте и напишите аналитические выражения первого закона термодинамики для замкнутой и разомкнутой оболочек.
 7. Каков физический смысл величин, входящих в уравнения первого закона термодинамики для замкнутой и разомкнутой оболочек?
 8. Дайте определение и поясните физический смысл понятий теплоты и работы в технической термодинамике.
 9. Что означают знаки « + » и « – » для теплоты и работы?
 10. На что и каким образом влияет изменение нагрева трубы при постоянном расходе воздуха?
 11. На что расходуется мощность, подведенная для нагрева трубы, и как она определяется?
 12. Как осуществляется выбор контрольных оболочек (границ) подсистем (системы) применительно к данной лабораторной работе?
 13. В каком месте и почему границы подсистем (системы) размыкаются?
- Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

Практическая работа №2

«Определение параметров влажного воздуха»

1. Цель работы. Изучение термодинамических свойств влажного воздуха и процессов изменения параметров влажного воздуха.

2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

3. Как вы понимаете такие состояния, как насыщенный и ненасыщенный влажный воздух?
4. Как вы относитесь к термину «пересыщенный» влажный воздух?
5. Как формулируется и записывается закон парциальных давлений для влажного воздуха?
6. Что называется абсолютной, относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха?
7. Как выражается и из чего складывается теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха?
8. Почему с увеличением температуры влажного воздуха его относительная влажность уменьшается?
9. Чем вы можете объяснить влияние скорости воздуха на отклонение показания смоченного термометра от истинного значения температуры мокрого термометра?
10. Как устроена диаграмма $i-d$ влажного воздуха и, каким образом определяются параметры влажного воздуха с помощью диаграммы по показаниям сухого и мокрого термометров?
11. Покажите на диаграмме и поясните процессы «сухого» нагрева и охлаждения влажного воздуха.
12. Покажите на диаграмме и поясните процесс адиабатного насыщения влажного воздуха.
13. Дайте определение понятию точки росы. Как определяется температура точки росы на диаграмме?
14. Какова связь между относительной влажностью воздуха и его влагосодержанием?
15. Дайте вывод аналитической формулы для расчета абсолютной влажности воздуха.
16. Дайте вывод аналитической формулы для расчета влагосодержания воздуха.
17. Дайте вывод аналитической формулы для расчета теплосодержания (энтальпии) воздуха.

Практическая работа № 3

«Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло»

1. Цель работы. Исследование зависимости массового расхода воздуха через суживающееся сопло от отношения давления за соплом к давлению перед соплом.

2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Дайте определение процессов истечения и дросселирования.
4. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу истечения.
5. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу дросселирования.
6. Как изменяется скорость истечения через суживающееся сопло при изменении β от 1 до 0 (покажите качественное изменение на графике расхода)?
7. Чем объясняется проявление критического режима при истечении?

8. В чем различие теоретического и действительного процессов истечения?
 9. Как изображается теоретический и действительный процессы истечения в координатах $h-s$?
 10. Почему отличаются теоретическая и действительная температуры воздуха на выходе из сопла при истечении?
 11. На каком основании процесс дросселирования используется при измерении расхода воздуха?
 12. Как может изменяться температура воздуха в процессе дросселирования?
 13. От чего зависят величины коэффициентов: потери скорости ζ_c , потери энергии ζ_s и полезного действия канала η_k ?
- Какие каналы называются соплами?
15. От каких параметров зависят расход и скорость газа при истечении через сопло?
 16. Почему температуры воздуха перед диафрагмой и перед соплом равны?
 17. Как изменяются энтальпия и энтропия потока газа, при прохождении через диафрагму?

Практическая работа №4

«Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)»

1. **Цель работы.** Освоение одного из методов определения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов (метод цилиндрического слоя) и закрепление знаний по теории теплопроводности.
2. **Контрольные вопросы.**
 1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
 2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
 3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
 4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
 5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
 6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?
 7. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?
 8. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
 9. Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?
 10. Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.
 11. Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.
 12. Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?

13. Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?
14. Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления?

Практическая работа №5

«Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)»

- 1. Цель работы.** Определение экспериментальным путем на лабораторной установке коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции в неограниченном пространстве. Изучение методики обработки опытных данных с применением теории подобия и составления критериального уравнения по результатам эксперимента.
- 2. Контрольные вопросы.**
1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
 2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
 3. 3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
 4. 4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
 5. 5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
 6. 6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
 7. 7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
 8. 8. . Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
 9. 9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?
 10. 10. . Что такое критерий подобия?
 11. 11. Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер?
 12. 12. Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»?
 13. 13. Для чего и как составляются критериальные уравнения?
 14. 14. Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения? Что характеризуют критерии Nu , Gr , Pr ?

Практическая работа № 6

«Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе»

- 1. Цель работы.** Изучение процессов теплообмена при свободной и вынужденной конвекции на горизонтальном трубопроводе. Экспериментальное определение

коэффициентов теплоотдачи и сравнение их с вычисленными по критериальным уравнениям.

2. Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. по каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
6. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?
7. Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.
8. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.
9. Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?
10. Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?
11. Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?
12. В чем сущность "теории подобия" и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?
13. Как составляются критериальные уравнения?
14. Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.
15. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?
16. Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?
17. Что такое "определяемый" и "определяющий" критерий?
18. Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия?

Лабораторная работа 1.1

Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля

1. Цель работы:

1. Измерить с помощью пружинных манометров M_1 , M_2 , M_3 (рисунок 1.3) гидростатическое давление в трёх точках (1,2,3), заглублённых на различную величину под уровень жидкости соответственно на h_1 , h_2 , h_3 находящейся в абсолютном покое под действием силы тяжести;
2. Подтвердить на основании опытных данных закон Паскаля;
3. Построить по данным опытов № 1, 2 в масштабе эпюру манометрического давления по глубине h (см. рис. 2).

3. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.1)

1. Что такое гидростатическое давление и каковы его свойства?
2. Поясните, что такое абсолютное и избыточное гидростатическое давление и какова связь между ними?
3. Объясните, что понимают под терминами: «внешнее давление» и «весовое давление»?
4. Напишите и поясните основное уравнение гидростатики.
5. Сформулируйте закон Паскаля.
6. Назовите приборы для измерения избыточного гидростатического давления и поясните принцип их действия.
7. Поясните, что такое пьезометрическая высота?
8. В чём состояло принципиальное отличие в условиях проведения первого и второго опытов?
9. Для чего нужно знать превышение оси вращения стрелки пружинного манометра над точкой его подключения?
10. Эпюра гидростатического давления, как ее строят и с какой целью?

Практическая работа 1.1а (Бр.)

Определение гидростатического давления и плотности жидкости

1. Цель работы:

1. Определить цену деления стрелочного манометра в атмосферах, кг/м^2 , м вод. ст., мм рт. ст., Па, учитывая, что манометр имеет сто элементарных делений.
2. Определить плотность второй жидкости, считая, что в левом дифференциальном пьезометре – вода.

4. Основные контрольные вопросы (к практ. работе 1.1а Бр.)

1. Что понимают под свободной поверхностью жидкости?
2. Какими свойствами обладает *единичное гидростатическое давление*?
3. Единичное гидростатическое давление это-
4. От чего зависит Единичное гидростатическое давление?
5. Если на свободную поверхность жидкости действует атмосферное давление p_0 , то общее или абсолютное давление в точке жидкости: выразится формулой
6. Если на свободную поверхность жидкости действует давление p_m – больше, чем атмосферное ($p_m > p_a$), то абсолютное давление в точке жидкости найдем по формуле:
7. Под избыточным давлением понимают ...
8. Напишите и объясните основное уравнение гидростатики
9. Что и в каких единицах измеряет: жидкостной манометр, пьезометр. Какого давления Пьезометр даёт показание...
10. Как определяется высота жидкости в пьезометре. Приведите формулу.

11. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном водой?
12. Приведите формулу для измерения пьезометром давления, равного одной атмосфере в сосуде заполненном ртутью?
13. Для определения разности давлений в двух произвольно взятых точках применяют...
14. Жидкостной дифманометр дает показания....., выраженной в жидкости.
15. Как называется поверхность, на протяжении которой гидростатическое давление не меняется.
16. Горизонтальная плоскость в жидкости, находящейся в покое под действием силы тяжести называется (нарисуйте, дайте определения)?

Практическая работа 1.2 Бр.

Определение плотностей несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах

1. Цель работы:

Определить в сообщающихся сосудах плотности двух несмешивающихся жидкостей

Основные контрольные вопросы (к практ. раб. 1.2 Бр.):

1. Как будет располагаться поверхностью равного давления в сообщающихся сосудах?
2. Как называется плоскость, проходящая через точки с одинаковым единичным гидростатическим давлением?
3. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах одинаково, то эти поверхности будут ...
4. Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах неодинаково, то то уровень свободной поверхности в сосуде с ...
5. По прекращении движения жидкости из одного сосуда в другой наступит..... т.е. сила давления на свободную поверхность жидкости в сосуде А будет ...
6. Абсолютное давление p_1 будет равно....., а давление p_2 будет определяться
7. Что определяет разность уровней свободных поверхностей ?
8. Как и по каким формулам определим абсолютное давление в сообщающихся сосудах
9. Если плотность ρ_1 в сообщающихся сосудах известна, как определить плотность ρ_2 .
10. Если давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково , то как определить абсолютное давление в т.1 и т.2.

Практическая работа 1.3 Бр.

Гидравлический пресс. Определение сжимающей силы в гидравлическом прессе по показанию манометра

1. Цель работы:

Определение силы и давления, создаваемое гидравлическим прессом.

Основные контрольные вопросы (к практ. раб. 1.3 Бр.):

1. Назначение и применение гидравлического пресса.
2. Что представляют из себя гидростатические машины?
3. На чем основан принцип действия гидростатических машин?
4. Нарисуйте и объясните схему работы гидроаккумулятора.
5. Выведите коэффициента полезного действия пресса η
6. Для чего предназначен Гидравлический аккумулятор?
7. Как рассчитывается энергия, накопленная аккумулятором при полном подъеме плунжера?
8. Как определить гидростатическое давление, создаваемое гидроаккумулятором
9. Гидростатическое давление, создаваемое аккумулятором, будет тем....., чем меньше площадь сечения плунжера.
10. Каким уравнением определяется полная работа, совершаемая гидроаккумулятором?

Практическая работа 1.4 Бр.

Определение силы давления жидкости на плоскую поверхность

1. Цель работы:

1. Определение силы суммарного давления воды на плоскую стенку.
2. Расчет положения центра давления.
3. Построение эпюры давления и вычисление ее объема.

5. Основные контрольные вопросы (к практ. раб. №1.4 Бр.):

1. Что представляет собой Сила давления на плоскую поверхность?
2. Как определяется Сила давления на плоскую поверхность?
3. Что следует иметь ввиду при определении силы давления жидкости на стенку сосуда?
4. Силу давления можно определить не только по уравнению...
5. Что называется центром давления?
6. Положение центра давления для стенок, обладающих вертикальной осью симметрии, при учете только избыточного давления находится с помощью?
7. Что такое Линия уреза?
8. Она всегда больше нуля и равна нулю только при горизонтальном положении стенки.
9. Какая величина называется эксцентриситетом гидростатического давления?
10. Эксцентриситетом гидростатического давления всегдануля и равна нулю только при

11. Следовательно, центр давления всегда расположени совпадает с..... При горизонтальном положении стенки.
12. Какое расположение площади стенки отвечает максимальному значению эксцентриситета?

Практическая работа №1.5 Бр.

Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде

1. Цель работы:

1. Определение частоты вращения вращающегося сосуда, n .
2. Построение свободной поверхности жидкости опытным и расчетным путем.
3. Построение эпюры избыточного давления на дно сосуда.

4. Основные контрольные вопросы (к практ. раб. 1.5 Бр.):

1. Какая сила действует при состоянии относительного равновесия жидкости в сосуде, вращающемся вокруг вертикальной оси с постоянной угловой скоростью ω ?
2. Под относительным равновесием в гидравлике при движении частиц жидкости в пространстве понимается...
3. В результате действия центробежной массовой силы свободная поверхность жидкости представится ...
4. Центробежная массовая сила $F_{ц}$ действует в направлении...
5. Появление центробежной массовой силы $F_{ц}$ вызывает изменение
6. С учетом действия сил тяжести и центробежной силы, получите уравнение поверхности равного давления
7. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
8. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
9. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
10. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
11. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
12. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
13. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
14. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?

15. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
16. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?
17. Поясните, что такое относительный покой жидкости, и приведите примеры использования этого явления в технике.
18. Поясните, что представляет собой свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, напишите уравнение этой поверхности.
19. Назовите силы, действующие на каждую частицу жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде, укажите ускорения, вызываемые этими силами. Поясните ответ схемой.
20. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по глубине жидкости во вращающемся резервуаре.
21. Напишите и поясните формулу для определения высоты параболоида вращения.
22. Изобразите и прокомментируйте эпюру гидростатического давления по дну вращающегося цилиндра с жидкостью.
23. Напишите и поясните закон распределения гидростатического давления по дну цилиндра в жидкости, вращающейся вместе с сосудом вокруг вертикальной оси.
24. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся во вращающемся сосуде, как выражаются эти силы?
25. Объясните, как будет направлен вектор равнодействующей сил, действующих на каждую частицу вращающейся жидкости, по отношению к свободной поверхности?
26. Объясните, почему свободная поверхность жидкости во вращающемся цилиндрическом сосуде является криволинейной?

Практическая работа 1.2

Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернули

1. Цель работы:

1. Определить опытным путем слагаемые z , $p/\rho g$, $v^2/2g$ уравнения Д. Бернули для сечений I-I...II-II, а также потери полного напора h_{w1-2} между сечениями (см. рис. 8,9).
2. Вычислить средние скорости потока v и отвечающие им скоростные напоры $v^2/2g$ для указанных живых сечений потока жидкости.
6. Построить в масштабе по опытным данным пьезометрическую линию и линию полного напора (см. рис.6).

7. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.2)

1. Поясните геометрический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
 2. Поясните энергетический смысл слагаемых уравнения Д. Бернулли.
 3. Как называется коэффициент α , входящий в уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости, что он учитывает и от чего зависит его величина?
 4. Объясните, что обусловлены потери полного напора и каков их энергетический смысл?
 5. Поясните, что понимают под термином "удельная энергия"?
 6. Объясните термины "местная скорость" и "средняя скорость" и укажите, как определяют эти скорости?
 7. Поясните, что такое скоростная трубка и трубка Пито?
 8. Поясните, что такое линия полного напора и пьезометрическая линия, что будут представлять собой эти линии при равномерном движении реальной жидкости?
 9. Что понимают под термином «живое сечение потока жидкости»?
 10. Охарактеризуйте движение жидкости на пути между сечениями I-I ÷ II-II, исходя из классификации движений жидкости.
5. Результаты измерений и вычислений

Практическая работа 1.3

Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса

1. Цель работы:

1. Убедиться на опыте путем окрашивания струйки воды в стеклянной трубе в существовании ламинарного и турбулентного режимов.
2. Вычислить по данным опытов, проведенных на этой трубе, числа Рейнольдса при ламинарном и турбулентном режимах, сравнить их с критическим, убедиться, что при ламинарном режиме $Re < Re_{кр}$, а при турбулентном – $Re > Re_{кр}$.
3. Построить по опытным данным, полученным на винипластовой трубе, график $lgh_e = f(\lg U)$, определить с его помощью критическую скорость $U_{кр}$, а через нее вычислить критическое число $Re_{кр} = 2320$.
2. Подтвердить с помощью графика $lgh_e = f(\lg U)$, что при ламинарном режиме потери напора по длине h_e пропорциональны средней скорости в первой степени, а при турбулентном - в степени $1,75 \leq m \leq 2$.

8. Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.3)

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.

2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит.
3. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
5. Поясните, что такое критическая скорость, от каких факторов она зависит и как её определяют?
6. Напишите и поясните аналитические зависимости потерь напора по длине от средней скорости потока при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости.
7. Изобразите график зависимости потерь напора по длине от средней скорости (в логарифмических координатах) и дайте пояснения к нему.
8. Поясните, как определяются Re и $Re_{кр}$ для труб некруглого сечения?
9. Поясните, почему график $h\ell = f(v)$ строят в логарифмических координатах?
10. Поясните, что такое гидравлический радиус и что он характеризует?

Практическая работа 1.4

Изучение гидравлических потерь по длине трубопровода и в местных сопротивлениях

1. Цель работы:

1. Определить по опытным данным, воспользовавшись формулами (1) и (2), значение коэффициента гидравлического трения λ_{on} и величины коэффициента ζ для трех видов местных сопротивлений;
2. Установить, воспользовавшись соотношениями А.Н. Альтшуля или же графиком Никурадзе (см. рис. 1) области гидравлического сопротивления, в которых работали участки напорного трубопровода;
3. Вычислить значения коэффициентов гидравлического трения λ по соответствующим эмпирическим формулам;
9. Найти справочные значения коэффициентов местных сопротивлений ($\zeta_{p.нов.}$ по таблице, ζ_{pp} и $\zeta_{p.c.}$ вычислить по формулам (4), (6);
5. Оценить сходимость λ_{on} и ζ_{on} с их расчетными справочными значениями.

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.4)

1. Напишите и поясните формулы Дарси-Вейсбаха и Вейсбаха.
2. Поясните, как опытным путем определяют величины коэффициентов λ и ξ .

3. Что характеризуют коэффициенты λ и ξ от каких факторов в общем случае они зависят и как их определяют при гидравлических расчетах?
4. Объясните, что такое Δ , и Δ/d , как найти величину Δ , при гидравлических расчетах.
5. Назовите области гидравлического сопротивления трубопроводов и объясните, как определяют область сопротивления при гидравлических расчетах.
6. Изобразите схемы движения жидкости при резком повороте трубы на 90° , а также при резком расширении и резком сужении трубопровода и дайте пояснения к ним, указав, что характерно для движения потока при протекании его через любое местное сопротивление.

Практическая работа 1.5

Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу.

1. Цель работы:

1. Определить по опытным данным величины коэффициентов: μ_{on} , φ_{on} , ε_{on} , ζ_{on} , при истечении через малое круглое отверстие диаметром $d = 2$ см при постоянном напоре в атмосферу и величины коэффициентов $\mu_{Hon} = \varphi_{Hon} = \zeta_{Hon}$ для внешнего цилиндрического и конических (сходящегося и расходящегося) насадков при $H = const$ в атмосферу.
2. Сравнить значения коэффициентов, полученные в опытах, со справочными и подсчитать относительные отклонения.

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.5)

1. Что понимают под малым отверстием в тонкой стенке при истечении жидкости из отверстий?
2. Сжатое сечение, причины сжатия струи, чем оценивают величину сжатия струи?
3. Что называют насадкой, типы насадок, их назначение?
4. Коэффициент скорости. Что он учитывает, как определяется?
5. Коэффициент расхода. Что он учитывает, как определяется?
6. Коэффициент сопротивления (отверстия, насадка). Как он определяется по опытным данным?
7. Объясните, почему при истечении из насадок расход жидкости больше, чем при истечении из малого круглого отверстия в тонкой стенке?
8. Напишите и поясните формулы для определения скорости и расхода при истечении жидкости из отверстий и насадок в атмосферу при постоянном напоре.
9. Изобразите и поясните схемы истечения жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и через внешний цилиндрический насадок в атмосферу.

10. Какое уравнение лежит в основе формул для вычисления скорости истечения Q и расхода жидкости Q при истечении из отверстий и насадков? Напишите и поясните это уравнение.

Практическая работа 1.6

Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе

1. Цель работы:

Определить опытным путем величину повышения давления $\Delta P_{оп}$ при прямом гидравлическом ударе в напорном трубопроводе, сравнить ее с величиной ΔP , вычисленной по формуле Н. Е. Жуковского (см. формулу 1), и подсчитать относительное отклонение

$$\varepsilon_{\Delta P} = \frac{|\Delta P - \Delta P_{оп}|}{\Delta P} \cdot 100\%$$

Основные контрольные вопросы (к лаб. работе 1.6)

1. Сформулируйте понятия гидравлического удара.
2. Прямой и не прямой гидравлический удар.
2. Что такое фаза удара?
3. Объясните процесс изменения давления в трубопроводе, питаемом из резервуара, при прямом гидравлическом ударе.
4. Напишите и поясните формулу Н. Е. Журавского для определения повышения давления при ударе.
5. Напишите и поясните формулу для определения скорости распространения ударной волны.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ОПК-1. Применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности					
знать: — основные физико-механические свойства жидкости и силы, действующие в жидкости свойства гидростатического давления, основные законы движения жидкости; — общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей виды и режимы движения жидкости, основы гидродинамической теории смазки; — назначение и классификацию трубопроводов; — методы гидравлического расчета и проектирования трубопроводов;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Кейс-задания, задания для контрольной работы, темы рефератов, докладов.

– классификацию гидравлических машин гидропневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода; – методику расчета и проектирования; гидравлических машин и объемных гидропередат; – особенности конструкции и расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем. – учетом особенности конструкции и условий применения.					
уметь: – применять общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей, законы движения и равновесия жидкостей; – осуществить гидравлический расчет простого и сложного трубопроводов; – составлять гидроэнергетический баланс насосной установки; – проводить расчеты на безопасность, прочность, надежность и производительность	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные Умения	

различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения; – классификацию гидропневмопередат, области применения гидропривода и пневмопривода.					
владеть: – методами исследования движения жидкости, методами гидравлического расчета и проектирования трубопроводов; – законами сопротивления движения жидкости, истечения жидкости через отверстия и насадки; – существующими гидравлическими и пневматическими системами; – методикой расчета и проектирования, гидравлических машин и объемных гидропередат проведение расчетов на безопасность, прочность, надежность и производительность различных гидравлических схем с учетом особенности конструкции и условий применения.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- для глухих и слабослышащих: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы:

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., Калининченко 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 электронная библиотека ЭБС «IPRbooks», «Консультант студента»

Интернет ресурсы:

1	borisov.3dn.ru_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf
---	--

2	forest-college.ru/files/uchebn-mat-1/tehnich_...
3	firing-hydra.ru/index.php...
4	twirpx.com/file/189316/
5	gidravlika.3dn.ru/index/kurs_lekcij/0-4
6	hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf
7	shporgaloshka.ucoz.ru/gidravlika-konspekt_...
8	borisov.3dn.ru/_ld/0/10_2-Gydravlika-Le.pdf
9	allformgsu.ru/Каталог_файлов/Лекция_по_гидравлике
10	hydro133.narod.ru/lecture/og_lec_04.pdf
11	eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...
12	booksgid.com/...tekhnicheskaja-termodinamika-i.html
13	termopower.ru/tehnicheskaya-literatura/126-lekcii...
14	techliter.ru/...lekcii/termodinamika...teploperedacha...
15	teplotexnika.ucoz.ru/load/1
16	eknigi.org/nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...
17	fondknig.com/main...termodinamika_i_teploperedacha...

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Класс с персональными компьютерами для проведения виртуальных лабораторных работ и практических занятий.

Основы теплотехники и гидравлики (Основы теплотехники) (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) ВЛР №1. Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач; ВЛР №2. Определение параметров влажного воздуха; ВЛР №3. Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло; ВЛР №4. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала; ВЛР №5. Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции; ВЛР №6. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе.
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	Комплект плакатов 560х800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560х800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	Техническая термодинамика (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» 16 шт.
6	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5х1,5 м):

а.	Техническая термодинамика (86 шт.)
б.	Тепломассообмен(122 шт.)
	Презентации:
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)

Основы теплотехники и гидравлики (Основы гидравлики) (наличие оборудования и ТСО)

1.	Типовой комплект учебного оборудования: стенд гидравлический универсальный "Экспериментальная механика жидкости" ЭМЖ-09-14ЛР-01 (14 лабораторных работ) 1. Уравнение Бернулли. Тарировка расходомера Вентури. (<i>Реальная</i>) 2. Определение коэффициента гидравлического трения в трубопроводе (<i>Реальная</i>) 3. Исследование режима движения жидкости» (<i>Реальная</i>) 4. Определение коэффициента гидравлического трения в трубопроводе (<i>Реальная</i>) 5. Местные сопротивления. (<i>Реальная</i>) 6. Прохождение жидкости через сужающее устройство - диафрагму (<i>Реальная</i>)
2	Типовой комплект учебного оборудования: «Измерение давлений, расходов и температур в системах газоснабжения» ИСГ ДРТ-012-12ЛР-ПК (12 лабораторных работ) 1. Динамические характеристики терморезистивного преобразователя (ручной режим измерений) (<i>Реальная</i>) 2. Приборы измерения давления. Стрелочный деформационный манометр. Датчик давления пьезорезистивного типа. (<i>Реальная</i>) 3. Изучение способа измерения расхода газа по методу отсеченного объема (<i>Реальная</i>) 4. Изучение способа измерения расхода газа: расходомер, ротаметр. Счетчик газа. (<i>Реальная</i>) 5. Изучение способа измерения расхода газа по измерительной диафрагме (<i>Реальная</i>) 6. Снятие характеристики компрессора (<i>Реальная</i>) 7. Изучение редукционного клапана (<i>Реальная</i>)
3	Виртуальные лабораторные работы (ВЛР): Программный лабораторный комплекс "Гидравлика" (Тверь 2016 г.): <u>№1.1</u> Измерение гидростатического давления, экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики и закона Паскаля (2016); <u>№1.2</u> Изучение относительного покоя жидкости при вращательном движении (2016); <u>№1.3</u> Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся равномерном движении жидкости (2016); <u>№1.4</u> Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода (2016); <u>№1.5</u> Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов

	движения жидкости (2016); <u>№1.6</u> Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосфере (2016); <u>№1.7</u> Экспериментальное изучение прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе (2016); <u>№1.8</u> Изучение фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси (2016). <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). <u>№1.10</u> «Экспериментальное определение скоростей в сечении круглой трубы» (2016). Бриденко. Учебный терминал с комплексом виртуальных лабораторных работ: Механика жидкости и газа. (2016) Лабораторная №1 «Определение гидростатического давления жидкости» (С-Петербург.). Лабораторная №2 «Определение плотности несмешивающихся с водой жидкостей» (С-Петербург.). Лабораторная №3 «Гидравлический пресс(С-Петербург.). Лабораторная №4 «Сила давления жидкости на плоскую поверхность» (С-Петербург.). Лабораторная №5 «Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде» (С-Петербург.). Лабораторная №6 «Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления» (С-Петербург.). Лабораторная №7 «Определение режима движения жидкости» (С-Петербург.). Лабораторная №8 «Определение зависимости между гидравлическим уклоном и средней скоростью при турбулентном движении воды (С-Петербург.). Лабораторная №9 «Исследование режимов истечения жидкости» (С-Петербург.). Лабораторная №10 «Определение динамических коэффициентов для определения расхода жидкости» (С-Петербург.). 3.1 Виртуальная лаборатория "Гидравлическое моделирование кольцевых водопроводных сетей" (Тверь 2016 г.) «Гидромашины и гидроприводы»; «Исследование открытого потока»; «Гидравлическое моделирование кольцевых, тупиковых, или комбинированных трубопроводных сетей». Программный лабораторный комплекс "Гидравлика" 1. Кольцевая сеть 2 кольца; (6 положений) 2. 8. Комбинированная сеть; 3. 9. Тупиковая сеть, положение 1; (3 положения). Виртуальная лабораторная работа (ВЛР) «Исследование открытого потока» (Лоток 15 м) (Тверь 2016 г.) В состав входит семь модулей: Позволяет исследовать открытые потоки в следующих гидротехнических сооружениях: 1). Без конструкций по линии потока; 2). Водослив с широким порогом; 3). Водослив практического профиля; 4). Прямоугольный водослив; 5). Трапецеидальный водослив; 6). Водослив Томсона; 7). Дорожная труба; 8) Подмостовое русло. <i>В каждом из модулей по 8 вариантов заданий, всего 64 варианта лабораторных работ</i>
--	--

	№1 «Определение коэффициента шероховатости открытого призматического русла». №2: «Оценка энергетического состояния потока и построение кривых свободной поверхности». №3: «Определение коэффициента расхода прямоугольного водослива с тонкой стенкой» № 4: «Исследование движения потока воды через водослив с широким порогом». № 5: «Определение коэффициентов расхода водослива практического профиля» № 6: «Изучение истечения воды из донного напорного отверстия (из-под щита)». № 7: «Исследование совершенного гидравлического прыжка» Виртуальная лаборатория «Гидромашины» (Тверь) 2.1 «Кавитационные испытания центробежного насоса» (2016); 2.2 Параметрические испытания центробежного насоса» (2016). 2.3 Испытание нерегулируемого объемного насоса (2003); 2.4 Испытание гидропривода с объемным регулированием (2003); 2.5 Испытании гидропривода поступательного действия с дроссельным регулированием (параллельное включение дросселя) (2003); 2.6 Испытании гидропривода поступательного действия с дроссельным регулированием (последовательное включение дросселя) (2003); 2.7 Испытания гидродинамической передачи (2003);
4	Комплекты плакатов
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	Электронные плакаты 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.)
	Презентации:
1	Основы прикладной гидравлики;
2	Гидравлические потери по длине трубопровода;
3	Насосы и гидроприводы
4	Лекции по разделу гидравлические машины
5	Гидроэлектростанции

Методические указания по освоению дисциплины

«Теплотехника и гидравлика»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Теплотехника и гидравлика» состоит из 18 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Теплотехника и гидравлика» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать

активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями

«важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Теплотехника и гидравлика» - это углубление и расширение знаний в области основных законов действия гидравлических машин; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турлуев /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турлуев /

Зав. выпускающей кафедрой
«АТПП»

 /Исаева М.Р./

Директор ДУМР

 / М.А. Магомаева /