

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

И.О. проректора по научно-педагогической работе ДОННТУ
А.Б. Вироков

(подпись)

« 04 » июня 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б48

Термодинамика

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность:

21.05.04 Горное дело

(код и наименование направления / специальности)

Специализация:

»Транспортные системы горного производства»

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

специалитет

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	очная	заочная
Семестр(ы)	7	7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3,5/126	3,5/126
Аудиторные занятия (час.), в том числе	51	6
Контактная работа	53	12
Лекции (час.)	17	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	34	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	75	120
Курсовой проект/работа (семестр)	-	-
Индивидуальное задание (кол./час.)	1/9	1/9
Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачёт):	зачет	зачет

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело», профиль «Транспортные системы горного производства» для 2019 года приёма.

Составитель: Лебедев Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика».

Протокол от 16 03 2019 года № 8

Заведующий кафедрой (подпись) Сафьянц С.М.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Горнозаводской транспорт и логистика».

Протокол от 14 05 2019 года № 11

Заведующий кафедрой (подпись) Кондрахин В.П.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДонНТУ по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело»

Протокол от 30 05 2019 года № 5

Председатель (подпись) Борщевский С.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 20 года приёма на заседании кафедры

Протокол от 06 апреля 2020 года № 7

Заведующий кафедрой (подпись) Сафьянц С.М.
(Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой Транспортные системы и логистика им. И.Т.Штокмана

Заведующий кафедрой (подпись) Кондрахин В.П.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры

Протокол от «__»__ 20__ года №__

Заведующий кафедрой_____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой_____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры

Протокол от «__»__ 20__ года №__

Заведующий кафедрой_____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой_____
(подпись) (Ф.И.О.)

Цели и задачи дисциплины

Дисциплина рассматривает вопросы: закономерности превращения теплоты в работу, термодинамические свойства тел, с помощью которых это превращение осуществляется, установление взаимосвязи между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых машинах.

Цель преподавания дисциплины:

- получение студентами знаний по теоретическим основам классической термодинамики, необходимых для изучения последующих специальных дисциплин, грамотной инженерной оценки тепловых явлений в системах и агрегатах;
- приобретение знаний и умений термодинамического исследования процессов и циклов тепловых и холодильных машин.

Задачей изучения дисциплины является формирование у студентов:

- методологического подхода к оценке термодинамических процессов;
- формирование навыков проведения термодинамического эксперимента;
- усвоение методики решения инженерных задач, в том числе самостоятельной работы.

Программа изучения дисциплины должна обеспечить приобретение знаний, умений и навыков в соответствии с государственным образовательным стандартом.

ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы: закономерности превращения теплоты в работу, термодинамические свойства тел, с помощью которых это превращение осуществляется, установление взаимосвязи между тепловыми, механическими и химическими процессами, которые совершаются в тепловых машинах.

Целью дисциплины является: Изучение основных законов термодинамики и их применение для расчета и анализа термодинамических циклов тепловых установок.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать: термодинамические свойства рабочих тел, принцип действия тепловых машин, соотношения между параметрами термодинамических циклов тепловых машин и их влияние на эффективность;

уметь: выполнять инженерные расчеты различных случаев термодинамического равновесия в применении к тепловым машинам, анализировать термодинамические циклы для повышения их эффективности, выполнять расчеты термодинамических процессов в газовых и паровых турбинах.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций ОК-1, ПК-16, ПСК-11.1, ПСК-11.3.

1. способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу ОК-1

1. готовностью выполнять экспериментальные, полупромышленные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты (ПК-16);
2. способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы технологического транспорта горного производства с обеспечением комплекса технических и организационных мер по безопасной эксплуатации элементов транспортных систем (ПСК-11-1);
3. готовностью выбирать способы и средства обеспечения работоспособного состояния транспортных машин и оборудования горного производства в конкретных условиях их эксплуатации (ПСК-11-3).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу математической и естественно-научной подготовки базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Философии, Иностранного языка, Высшей математики, Физики, Химии, Информатики, Экологии, Механики, Инженерной и Компьютерной графики, Гидромеханики, Геомеханики, Основ научных исследований, Теплотехники, Материаловедения, Метрологии, стандартизации и сертификации, Электротехники, Основ горного дела, Геологии.

Учебная дисциплина «Термодинамика» является предшествующей для ряда учебных дисциплин по специальности «Горное дело» по специализации «Транспортные системы горного производства» и на основе знаний, умений и компетенций, приобретенных студентом в процессе ее освоения формируются соответствующие знания, умения и компетенции для последующих учебных дисциплин, для которых учебная дисциплина «Термодинамика» является предшествующей.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семинары)	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики реальных газов. Уравнения состояния реальных газов.	20/18	2/0	0/0	8/0	10/18
Тема 2. Водяной пар, его свойства, фазовые диаграммы.	22/20	2/2	0/0	8/0	12/18
Тема 3. Основные	30/32	4/0	0/0	8/2	18/30

термодинамические процессы воды и водяного пара. Получение водяного пара, расчет параметров реальных газов с использованием диаграмм и таблиц.					
Тема 4. Анализ термодинамических циклов паросиловых установок. Циклы Карно и Ренкина. Схемы установок. Определение к.п.д. циклов и методы повышения эффективности.	28/32	6/2	0/0	4/0	18/30
Тема 5. Структура энергетического хозяйства предприятий. Конструкции и принцип действия паровых котлов промпредприятий. Виды топлива и способы его сжигания в котлах.	26/24	3/0	0/0	6/0	17/24
Итого:	126/126	17/4	0/0	34/2	75/120

3.2. Лекции

Тема 1. **Основные понятия и определения термодинамики реальных газов. Уравнения состояния реальных газов.**

Содержание темы 1: Термодинамические свойства реальных веществ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовая p - v -диаграмма, ее построение с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса.

Литература к теме 1: [\[1,2,3\]](#)

Тема 2. **Водяной пар, его свойства, фазовые диаграммы.**

Фазовая p - T -диаграмма. Тройная точка. Аномалии воды. Степень сухости. Удельный объем, энтальпия и энтропия жидкости, влажного, сухого насыщенного и перегретого пара.

Литература к теме 2: [\[1,2,3\]](#)

Тема 3. **Основные термодинамические процессы воды и водяного пара. Получение водяного пара, расчет параметров реальных газов с использованием диаграмм и таблиц.**

Получение пара. Определение параметров пара по диаграммам и таблицам. h - s -диаграмма для всех фаз веществ; фазовая h - s -диаграмма для водяного пара. Три стадии получения водяного пара. Конструкция, принцип действия парогенераторов, изображение процессов, протекающих в парогенераторе, на фазовых диаграммах. Расчет изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного (изоэнтропного) процессов для реальных веществ по таблицам и диаграммам.

Литература к теме 3: [\[1,2,3\]](#)

Тема 4. **Анализ термодинамических циклов паросиловых установок. Циклы Карно и Ренкина. Схемы установок. Определение к.п.д. циклов и методы повышения эффективности.**

Содержание темы 4:

Циклы паросиловых установок. (ПСУ). Цикл Карно в координатах pv ; Ts и hs . Циклы паросиловых установок. (ПСУ). Принципиальная схема паросиловых установок (ПСУ). Цикл Карно в координатах pv ; Ts и hs . Идеальный цикл ПСУ с перегревом пара в координатах pv , Ts и hs . Влияние начальных и конечных параметров пара на к.п.д. цикла.

Литература к теме 4: [1,2,3]

Тема 5. Структура энергетического хозяйства предприятий.

Конструкции и принцип действия паровых котлов промпредприятий. Виды топлива и способы его сжигания в котлах.

Содержание темы 5:

Элементы энергетического хозяйства предприятий горной промышленности. Типы паровых котлов, их конструкции. Виды топлива, применяемого для паровых котлов. Тепловой баланс паровых котлов. Вспомогательное оборудование котельных.

Литература к теме 5: [1,2,3]

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1.	Исследование свойств воды и водяного пара с помощью таблиц	8/2	1,2,3
2.	Исследование свойств воды и водяного пара с помощью на фазовых диаграммах	8/0	1,2,3
3	Изохорное нагревание воды и пара	4/0	1,2,3
4	Исследование процессов истечения водяного пара	4/0	1,2,3
5	Исследование процессов дросселирования водяного пара	4/0	1,2,3
6	Исследование процессов во влажном воздухе	6/0	1,2,3
Итого:		34/2	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	35/50
2	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	40/70
Итого:		75/120

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Согласно учебному плану, выполнение курсовой работы (проекта) не предусмотрено. Выполнение индивидуального задания (контрольной работы) предусмотрено только для студентов заочной формы обучения.

Задание на контрольную работу выбирается студентом-заочником в соответствии с методическими указаниями и согласовывается с преподавателем. Работа выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) или в тетради. Объем 10-15 страниц. Рекомендации по выполнению изложены в методических указаниях. Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль знаний студентов производится во время лекционных занятий, по результатам подготовки и выполнения лабораторных работ.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета в соответствии с «Положением об организации и проведении семестрового контроля знаний студентов в Донецком национальном техническом университете», утвержденном 25.09.2013 года.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- **средний уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- **продвинутый уровень:** в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- **высокий уровень:** Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- **нулевой уровень:** не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- **минимальный уровень:** не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- **пороговый уровень:** владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- **средний уровень:** владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- **продвинутый уровень:** владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- **высокий уровень:** владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- **нулевой уровень:** компетенции не сформированы;
- **минимальный уровень:** значительное количество компетенций не сформировано;
- **пороговый уровень:** все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- **средний уровень:** все компетенции сформированы на среднем уровне;
- **продвинутый уровень:** все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- **высокий уровень:** все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2. Критерии оценивания

Средствами оценивания являются для студентов очной формы обучения:

- выполнение лабораторных работ;
- ответы при защите результатов работ.

Опросы перед выполнением лабораторных работ проводится в виде собеседования.

Для студентов заочной формы обучения средствами оценивания являются:

- выполнение лабораторных работ;
- ответы при защите результатов работ;
- выполнение индивидуального задания;
- защита индивидуального задания.

Работа перед выполнением лабораторных работ, защита индивидуального задания проводится в виде собеседования.

Итоговая оценка по 100-балльной шкале определяется суммой баллов за следующие виды работ согласно таблице:

Виды работ	Максимальное количество баллов
Выполнение лабораторных работ	25
Ответы перед выполнением лабораторных работ	25
Выполнение индивидуального задания	50

Количество баллов за выполнение индивидуального задания определяется как сумма баллов следующим образом:

Показатель	Количество баллов
Оформление задания	0–5
Соблюдение графика выполнения	5
Полнота ответов на поставленные задания	0–20
Защита индивидуального задания	0–20

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утверждённом приказом ДонНТУ №337-14 от 02.05.2018г.

4.3. Пример текущего опроса перед выполнением лабораторных работ.

Лабораторная работа на тему: «Исследование процессов во влажном воздухе».

Вопросы при текущем опросе:

- 1) Какие основные параметры влажного воздуха?
- 2) Что такое абсолютная и относительная влажности?
- 3) Что такое влагосодержание?
- 4) Как измеряется относительная влажности, принцип действия психрометра?

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Литература:

Основная:

1. 621.1 К43 Кириллин В.А.

Техническая термодинамика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Кириллин Владимир Алексеевич, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин ; В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - 4 Мб. - Москва : МЭИ, 2016. - 1

файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9840.pdf>

Дополнительная:

2. 621.1 Т34 **Теплотехника [Электронный ресурс]** : учебник для вузов / А. А. Александров [и др.] ; А.А. Александров, А.М. Архаров, В.Н. Афанасьев и др. ; под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. - 5-е изд. - 84 Мб. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. - 1 файл. - (Техническая физика и энергомашиностроение). - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9837.pdf>

3. 621.1 Л99 **Ляшков В.И.**

Теоретические основы теплотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Ляшков ; В.И. Ляшков. - 2-е изд., испр. и доп. - 59 Мб. - Москва : КНОРУС, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/cd9635.pdf>

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

К лекциям:

- конспект лекций по курсу «Техническая термодинамика» (доступ через личный кабинет студента).

К лабораторным работам:

- Методические указания для проведения лабораторных занятий по курсу «Техническая термодинамика» (доступ через личный кабинет студента).

К самостоятельной работе студента:

- Методические указания для самостоятельной работы по курсу «Техническая термодинамика» (доступ через личный кабинет студента).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекционные занятия. Учебная лаборатория № 5.151, учебный корпус 5, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты, лекционная стеклянная доска; лабораторные установки по исследованию теплопроводности металлов и твердых тел «методом стержня», изоляционных материалов «методом трубы»; лабораторные установки по исследованию конвективного теплообмена при вынужденной конвекции в трубах и теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции; экспериментальный приборный комплекс по исследованию нестационарного теплового режима технических материалов; лабораторный стенд для исследования параметров взаимной облученности методом светового моделирования; пылесос бытовой «Буран-3»; автотрансформатор ЛАТР ЛТТ; амперметр; ваттметр; вольтметр. милливольтметр М-64; миллиамперметр; микровольтмикроамперметр Ф116; осциллятор Нерг ; испытываемые образцы материалов; хромель-алюмелевые термопары ХА; хромель-копелевые

термопары; многоточечный потенциометр КСП-4; электронагреватель; термостат; металлический сосуд; цилиндрическая медная труба со слоем изоляции и без изоляции; сосуд Дьюара; U-образный манометр; диафрагма; термометр ртутный; воронка стеклянная; электропечь «Колибри»; плексигласовая модель рекуперативного нагревательного колодца с системой ламповых панелей и одной верхней горелкой в масштабе 1:15; деревянная модель слитка; плексигласовая модель слитка; штатив; фотоэлемент ФД-2; люксметр ТЕС 0693; визуальные модели теплотехнических установок.

6.2 Лабораторные занятия. Учебная лаборатория термодинамики № 5.147, учебный корпус 5, для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты, лабораторные установки для определения теплоемкости воздуха, показателя адиабаты k воздуха и удельного объема газа методом истечения; термоувлажнительные установки для определения параметров состояния и исследования процессов во влажном воздухе; лабораторные установки для изохорного нагревания воды и водяного пара, исследования процессов адиабатного истечения водяного пара через суживающееся сопло, определения энтальпии водяного пара методом адиабатного дросселирования; лабораторный стенд для определения зависимости температуры кипения воды от давления; лабораторные установки для исследования режимов движения жидкостей в цилиндрической трубе, исследования пьезометрической и напорной линий для трубопровода переменного сечения, определения потерь на трение и местные сопротивления; лабораторные установки для исследования истечения газов низкого давления через отверстия и насадки и аэродинамики свободной и полуограниченной струи; лабораторные установки для исследования физико-химической температурной депрессии растворов; лабораторный стенд для изучения процессов теплопередачи в пароводяном теплообменнике; лабораторный стенд для определения характеристик насадочных материалов; лабораторные стенды для проверки тягонапоромера, милливольтметра, логометра; лабораторные стенды для измерения температуры милливольтметрами, контактными и бесконтактными термометрами, пирометрами; лабораторный паровой котел; экспериментальный приборный комплекс для определения статических и динамических характеристик объектов регулирования; вольтметр; милливольтметры М-64; милливольтметры Ш-4500; амперметр; электропечи «Колибри»; лабораторные автотрансформаторы ЛАТР; стеклянные проточные калориметры; конденсатор-калориметр; электрокалориметр; воздушные конденсатор-холодильники; термометры ртутные стеклянные; универсальный цифровой мультиметр с функцией измерения температуры; пирометр «Промінь»; U-образные манометры; манометры образцовые; барометр; компрессор; нихромовый нагреватель; термопары ХА; термопары ХК; сосуды Дьюара; аспирационные психрометры; побудитель расхода (пылесос «Буран-3»); калорифер; сушилка; электродвигатель; измерительная камера; суживающееся сопло; дросселирующий клапан; насос Комовского; штативы; металлический кожух; напорный резервуар (металлический бак); мерный бак; мерные стаканы; расходный резервуар (металлический бак); изогнутая труба; цилиндр стеклянный;

сосуды стеклянные; толстостенный сосуд; колба стеклянная; стеклянная труба; трубопровод переменного сечения; пьезометры; успокоительная камера; комплект из 5-ти насадок; трубка Пито-Прандтля для измерения скорости воздуха; двухходовой пароводяной теплообменник; бак с водомерным стеклом; керамические кольца Рашига (кол-во зависит от степени заполнения стеклянного бака); тягонапоромер ТНМП-52-М1-У3; жидкостный напоромер НМП-52-У3; тягомер ТиМП-52; потенциометр ПП-63; логометр Ш 69000; универсальный измерительный прибор УПИП-60м; толщиномер ТТ-100; газоанализатор ГАЗИН-8; штангенциркули; тестеры; секундомеры; стеклянная лекционная доска; визуальные модели теплотехнических установок.

Составитель рабочей программы:



(подпись)

Лебедев А.Н.