

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе

ФИО: Минцаев Магомед Шаватович

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.06.2026 13:26:25

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М.Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ»

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

«Энергообеспечение предприятий»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки – 2026

Грозный – 2026

1. Цель и задачи дисциплины:

Основная цель курса: изучения дисциплины «Теплотехнические измерения и приборы» является подготовка бакалавров, специализирующихся в области промышленной теплоэнергетики и энергообеспечения предприятий является формирование знаний и навыков в области методов измерения теплотехнических параметров, овладение современными техническими средствами измерения, используемые для ведения технологических процессов теплоэнергетического оборудования промышленных предприятий.

Задачи дисциплины: является Освоение принципов измерения основных теплотехнических параметров и особенностей их измерения в условиях теплотехнических предприятий и котельных установок, ТЭС, АЭС и промышленных предприятий. Получение практических навыков измерения теплотехнических величин и навыков работы с измерительной аппаратурой.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Теплотехнические измерения и приборы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений в учебном плане ОП направления 13.03.01

«Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 8 семестре курса, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: «Химия», «Физика», «Высшая математика», «Прикладная механика», «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	– ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа; – ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем; – ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы; – ОПК-3.7. Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках.	знать: – основные источники научно-технической информации по материалам о средствах измерений; – принципы проектирования и выбора оборудования систем измерений; уметь: – самостоятельно использовать нормативно-техническую документацию для анализа систем измерения и проведения расчетов; – использовать программы расчетов метрологических характеристик; владеть: – навыками дискуссии по профессиональной тематике; – терминологией в области средств измерений; – навыками поиска информации о средствах измерений;
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.	– ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	знать: – принцип действия средств измерения физических величин; – основные типы приборов, применяемых в системах измерений. уметь: – использовать программы расчетов метрологических характеристик; – эксплуатировать средства измерений в составе программно-технических комплексов на базе современных информационных технологий; – осуществлять поиск и анализировать научно-техническую

		информацию и выбирать необходимые средства измерений; – выбирать, наладивать и эксплуатировать средства измерений. владеть: – информацией о технических параметрах оборудования для использования при проектировании; – навыками применения полученной информации при проектировании систем измерения.
--	--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
				8	4
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		60/1,8	24/0,7	60/1,8	24/0,7
В том числе:					
Лекции		24/0,7	10/0,3	24/0,7	10/0,3
Практические занятия		24/0,7	8/0,22	24/0,7	8/0,22
Семинары					
Лабораторные работы		12/0,3	6/0,17	12/0,3	6/0,17
Самостоятельная работа (всего)		72/2,0	111/3,1	84/2,2	111/3,1
В том числе:					
Курсовая работа (проект)					
Расчетно-графические работы					
ИТР					
Рефераты		18/0,5	21/0,7	18/0,5	21/0,7
Доклады					
Презентации					
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Подготовка к лабораторным работам		18/0,5	18/0,5	18/0,5	18/0,5
Подготовка к практическим занятиям		18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену		18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
Контроль		12	9	12	9
Вид отчетности		экзамен	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144	144	144	144
	ВСЕГО в зач. единицах	4	4	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ 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 принципы и понятия измерения.	1	2	1	1	1	2	3	5
2	Теплотехнические измерения.	2		2		1		5	
3	Температурные шкалы.	2		1		1		4	
4	Газотермическая температурная шкала.	1				1		2	
5	Лабораторные термометры.	1	4	2	2		2	3	8
6	Технические термометры.	1		2		1		4	
7	Манометрические термометры.	1		1		1		3	
8	Термоэлектрические преобразователи	2	2	1	1	1	2	4	5
9	Включение измерительного прибора в цепь термоэлектрического преобразователя.	1		1		2		4	
10	Нормальный термоэлектрод.	1				2		3	
11	Требования к материалам термоэлектродов и устройство ТЭП.	1		1		2		4	
12	Термоэлектрические термометры ТПП.	2	2		2	2	2	4	6
13	Термоэлектрические термометры с электродами из тугоплавких соединений.	1				2		3	
14	Конструкции и поверка ТЭП.	1				2		3	
15	Магнитоэлектрический милливольтметр	2				2		4	
16	Потенциометры и пирометры	2				2		4	
17	Термопреобразователи сопротивления. Логометры.	2				1		3	
ВСЕГО:		24	10	12	6	24	8	60	24

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Основные принципы и понятия измерения.	Значение измерений и средств измерений для систем контроля и автоматического управления тепловыми процессами промышленных предприятий. Вклад отечественных ученых в развитие фундаментальных основ теории измерений. Развитие теории и практики измерений в связи с широким внедрением систем централизованного контроля и автоматизированного управления. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения. Гносеологический аспект. Метрологическая суть измерения. Производная ЕФВ. Основная ЕФВ. Система ЕФВ. Измерение. Мера. Прямые измерения. Косвенные измерения. Совокупные измерения. Совместными измерениями. Средство измерения, статические, динамические, абсолютные, относительные измерения. Принцип измерений. Метод измерений. Погрешность измерений. Правильность измерений. Достоверность измерений. Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений. Выбор методов и средств измерений для обеспечения требуемой точности измерений. Погрешности при технических и лабораторных измерениях.
2	Теплотехнические измерения.	Температура тела. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Величина средней кинетической энергии молекул вещества. Абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Теплоемкость. Температурная шкала Цельсия. Термодинамическая шкала Кельвина. Средства измерения температуры.
3	Температурные шкалы.	Шкалы температур: Фаренгейта, Реомюра, Цельсия и Ломоносова. Шкала Кельвина. Второй закон термодинамики. Газовый закон Гей-Люссака. Закона Бойля—Мариотта. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества, принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения. Основные реперные точки МПТШ-68. Классификация средств измерений температуры. Температурные шкалы (МТШ-90). Принцип построения температурных шкал. Соотношение между единицами измерения температуры. Масштаб шкалы. Линейная зависимость между объемным расширением жидкости. Уравнение шкалы температур Цельсия. Определение температуры Кельвиным, на основании второго закона термодинамики.

4	Газотермическая температурная шкала.	Газовые термометры. Схема газового термометра. Погрешность газовых термометров. Классификация средств измерений температуры. Наиболее распространенные промышленные средства измерений температуры. Принцип действия стеклянных жидкостных термометров. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров. Температурные пределы применения термометрических жидкостей и их средние коэффициенты объемного теплового расширения. Недостатки ртути с точки зрения термометрии. Разновидности стеклянных жидкостных термометров. Манометрические термометры. Дилатометрические термометры.
5	Лабораторные термометры.	Характеристики термометрических жидкостей. Стеклянные жидкостные термометры. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров. Пирометры. Газовые термометры постоянного объема. Основные характеристики лабораторных термометров. Допускаемая погрешность показаний технических термометров. Электроконтактные термометры. Постоянство показаний термометров. Принцип действия жидкостных стеклянных термометров (ЖСТ). Определение коэффициентов объемного расширения жидкости $\alpha_{ж}$ и термометрического стекла $\alpha_{с}$. Определение среднего коэффициента объемного расширения жидкости. Приращение в капилляре термометра столбика жидкости Δh. Ртутные термометры с пределом измерения выше 200 и 500°C. Термометры повышенной точности.
6	Технические термометры.	Технические термометры. Ртутные технические термометры. Электроконтактные термометры их назначение и устройство. Погрешность показаний по шкале термометра типа ТЭК. Электроконтактные ртутные термометры палочные безшкальные. Смещение нулевой точки в техническом термометре. Введение поправок в показания технического термометра.

7	Манометрические термометры.	Газовые манометрические термометры. Принцип действия манометрических термометров. Требования предъявляемые к манометрическим пружинам. Формула для вычисления величины рабочего давления газового манометрического термометра. Дополнительная погрешность и возможности ее уменьшения. Погрешность от температуры окружающей среды. Жидкостные манометрические термометры. Формулы применяемые при изменении температуры в диапазоне манометрического термометра. Вытесненный объем вследствие охлаждения рассчитывается по формуле:. Объем термобаллона рассчитывается по формуле:. Погрешность от изменения барометрического давления в жидкостных манометрических системах. Инварный компенсатор и его действие. Конденсационные манометрические термометры. Гидростатическая погрешность манометрических жидкостных термометров. Давление в термосистеме конденсационного термометра. Принцип работы конденсационных термометров. Инерционность конденсационных термометров. Передаточная функция манометрических термометров (формула). Динамические характеристики манометрических термометров
8	Термоэлектрические преобразователи.	Термоэлектрический преобразователь. Методы измерения термо ЭДС. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Горячий, рабочий и холодный концы термопары. Термопары и способы их градуировки. Термоэлектроды. Результирующая термоЭДС цепи. ТермоЭДС, обусловленные контактной разностью потенциалов. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей. Основы теории ТП. Промышленные стандартные ТП: диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.
9	Включение измерительного прибора в цепь термоэлектрического преобразователя.	Включение третьего проводника в цепь термопары. Схема включения третьего проводника в термоэлектрическую цепь, термоЭДС этой цепи. Вычисление термоЭДС, развиваемых в различных случаях подключения третьего проводника. Поправка на температуру свободных концов термоэлектрического преобразователя

10	Нормальный термоэлектрод.	Нормальный термоэлектрод. Вычисление термоЭДС нормального термоэлектрода. Расчетный метод, определения значение термоЭДС ТЭП. Схема соединения термоэлектрического преобразователя термокомпенсационными проводами с измерительным прибором. Вычисление развиваемой в цепи термоЭДС. Удлиняющие термоэлектродные провода и термостатирование свободных концов ТЭП. Способы соединения ТЭП. Метод вычисления паразитных термоЭДС. Схема автоматической компенсации температуры свободных концов термоэлектрического преобразователя.
11	Требования к материалам термоэлектродов и устройство ТЭП.	Термоэлектродные материалы. Влияние жаростойкости и механической прочности. Требования, предъявляемые к материалам термоэлектродов. Условия пригодности использования того или иного материала и технология их изготовления. Основные причинами нестабильности термоэлектрических характеристик высокотемпературных термоэлектрических термометров с металлическими электродами. Стабильность и воспроизводимость термоэлектрической характеристики материалов. ТермоЭДС, развиваемая термоэлектрическими термометрами. Надежная работа термоэлектрических термометров в промышленных условиях. Защитная арматура термоэлектродов. термоэлектрические термометры кабельного типа. Динамическая характеристика термоэлектрических термометров (уравнение). Термоэлектрические термометры на основе вольфрама, молибдена, рения. Платинородий-платиновые термоэлектрические термометры.
12	Термоэлектрические термометры ТПП.	Термоэлектрические термометры ТПП. Хромель-копелевые термоэлектрические термометры типа ТХК. Хромель-алюмелевые ТХА и др. Термоэлектрические термометры с электродами из сплавов силых и силин. Медь-константановые термоэлектрические термометры. Термоэлектрические термометры с электродами на основе вольфрама, рения, молибдена и их сплавов.
13	Термоэлектрические термометры с электродами из тугоплавких соединений.	Стандартные термоэлектрические преобразователи. Требования предъявляемые к материалам термоэлектродов стандартных термоэлектрических преобразователей. Технические характеристики стандартных термопар.
14	Конструкции и поверка ТЭП.	Конструкция ТЭП по способу контакта с измеряемой средой. Требования предъявляемые к ТЭП. Конструкция погружаемого ТЭП. Схема термобатареи, определения значение термоЭДС. Дифференциальная термопара, определение значения термоЭДС. Компенсационные провода. Схемы соединения ТЭП с измерительным прибором. Технические и метрологические характеристики некоторых компенсационных проводов.

15	Магнитоэлектрический милливольтметр	Магнитоэлектрический милливольтметр. Обеспечение большей чувствительности милливольтметров, гальванометров и самопишущих милливольтметров. Определение чувствительности измерительного механизма к току. Измерение термоЭДС милливольтметром. Расчет сопротивления термоэлектродов.
16	Потенциометры и пирометры	Потенциометры переносные, лабораторные, автоматические. Теоретические основы, принципиальная схема потенциометров, область применения, погрешности измерения. Потенциометр с постоянной силой рабочего тока. Схема потенциометра с переменной силой рабочего тока. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним. Стандартные металлические и полупроводниковые ТС. Вторичные приборы термометров сопротивления. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром. Удлиняющие термоэлектродные провода. Нормирующие преобразователи для работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами и термометрами сопротивления. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения. Основы теории бесконтактного измерения температуры. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры. Теоретические основы. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
17	Термопреобразователи сопротивления. Логометры.	Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Схема логометра. Измерительные преобразователи промышленных предприятий. Реостатные нормирующие преобразователи и схемы дистанционной передачи показаний. Дифференциально-трансформаторные преобразователи и схемы дистанционной передачи. Преобразователи с магнитной компенсацией. Электросиловые преобразователи.

5.3. Лабораторные работы

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Методы и средства измерений	Оценка погрешностей измерений при выполнении практических и исследовательских работ.
2		Измерение деталей и оборудования с помощью штангенприборов. (Реальная)
3		Применение эталонных и образцовых средств измерений. Плоскопараллельные концевые меры длины КМД №2 кл.2., КМД ПК-2-У (Реальная)
4	Теплотехнические измерения.	Измерение температуры тела техническим термометром
5	Термоэлектрические термометры.	Определение температурных режимов при нагреве шара с помощью термопар.
6		Измерение температуры тела с помощью термопар. Поверка термопары. (Реальная)
7		Определение температурных режимов при нагреве пластины с помощью термопар.
8		Исследование пластинчатого и трубчатого теплообменника (Реальная)

5.4 Практические занятия (семинары)

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основные принципы и понятия измерения.	Метрологические основы измерений. Методы и средства измерения температуры. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения.
2	Теплотехнические измерения.	Температурная шкала Цельсия. Термодинамическая шкала Кельвина. Средства измерения температуры.
3	Лабораторные термометры.	Стеклянные жидкостные термометры. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров. Пирометры. Газовые термометры постоянного объема. Основные характеристики лабораторных термометров
4	Термоэлектрические преобразователи.	Термопары и способы их градуировки. Термоэлектроды. Результирующая термоЭДС цепи. ТермоЭДС, обусловленные контактной разностью потенциалов. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей.
5	Потенциометры и пирометры	Исследование и поверка автоматического потенциометра.
6		Исследование и поверка магнитоэлектрического милливольтметра
7	Термопреобразователи и термометры сопротивления.	Исследование и поверка жидкостно-стеклянных и манометрических термометров

6. Самостоятельная работа по дисциплине

6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения.
2	Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений.
3	Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Термопары и способы их градуировки. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей.
4	Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения.
5	Способы соединения ТЭП. Метод вычисления паразитных термоЭДС.
6	Термоэлектродные материалы. Требования предъявляемые к материалам термоэлектродов. Влияние жаростойкости и механической прочности. Условия пригодности использования того или иного материала и технология их изготовления.
7	Термоэлектрические термометры на основе вольфрама, молибдена, рения. Платинородий-платиновые термоэлектрические термометры.
8	Хромель-алюмелевые ТХА и др. термоэлектрические термометры типа Термоэлектрические термометры с электродами из сплавов силых и силин.
9	Компенсационные провода. Схемы соединения ТЭП с измерительным прибором. Технические и метрологические характеристики некоторых компенсационных проводов
10	Стандартные металлические и полупроводниковые ТС. Вторичные приборы термометров сопротивления. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром.
11	Задачи учета тепловой энергии. Нормативно техническая документация. Основные термины и определения. Алгоритм измерения количества теплоты.
12	Общие сведения об измерении влажности. Психрометрический метод измерения влажности. Метод точки росы измерения влажности.

6.2 Темы РГР

1. Градуировка термопары (ХА)
2. Градуировка термопары (ХК)
3. Поверка автоматического уравновешенного моста;
4. Поверка магнитоэлектрического милливольтметра;
5. Исследование системы измерения расхода воздуха;
6. Поверка автоматического потенциометра.

6.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение самостоятельной работы

Литература:

1. Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 480 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79683.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Латышенко К.П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 437 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 515 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79797.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Крупененков Н.Ф. Электронные регуляторы температуры (контроллеры) фирм Danfoss, Eliwell, АКО. Настройка параметров и алгоритма работы холодильной установки [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Крупененков Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65388.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Марукович Е.И. Бесконтактная термометрия [Электронный ресурс]/ Марукович Е.И., Марков А.П., Сергеев С.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29421.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Авдюнин Е.Г. Источники и системы теплоснабжения. Тепловые сети и тепловые пункты [Электронный ресурс]: учебник/ Авдюнин Е.Г.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019.— 300 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/86595.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Оценочные средства

7.1.1 Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Значение измерений и средств измерений для систем контроля и автоматического управления тепловыми процессами промышленных предприятий.
2. Вклад отечественных ученых в развитие фундаментальных основ теории измерений.
3. Развитие теории и практики измерений в связи с широким внедрением систем централизованного контроля и автоматизированного управления.
4. Методы измерений. Средства измерений.
5. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения.
6. Методы измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения.
7. Метрологические характеристики средств измерения.
8. Метрологическая суть измерения
9. Производная ЕФВ. Основная ЕФВ. Система ЕФВ.
10. Измерение. Мера. Прямые измерения. Косвенные измерения.
11. Совокупные измерения. Совместными измерениями.
12. Средство измерения, статические, динамические, абсолютные, относительные измерения
13. Принцип измерений. Правильность измерений. Достоверность измерений.
14. Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений.
15. Выбор методов и средств измерений для обеспечения требуемой точности измерений.
16. Погрешности при технических и лабораторных измерениях
17. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах.
18. Температурные шкалы (МТШ-90).
19. Средства измерения температуры.
20. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества, принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения.
21. Газовые термометры постоянного объема.
22. Погрешность газовых термометров.

23. Классификация средств измерений температуры.
24. Наиболее распространенные промышленные средства измерений температуры.
25. Принцип действия стеклянных жидкостных термометров. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров.
26. Температурные пределы применения термометрических жидкостей.
27. Недостатки ртути с точки зрения термометрии.
28. Манометрические термометры.
29. Дилатометрические термометры.
30. Стеклянные жидкостные термометры.
31. Газовые термометры постоянного объема.
32. Электроконтактные термометры.
33. Постоянство показаний термометров.
34. Принцип действия жидкостных стеклянных термометров (ЖСТ).
35. Определение коэффициентов объемного расширения жидкости $\alpha_{ж}$ и термометрического стекла α_c .
36. Определение среднего коэффициента объемного расширения жидкости.
37. Приращение в капилляре термометра столбика жидкости Δh .
38. Ртутные термометры с пределом измерения выше 200 и 500°C. Термометры повышенной точности.
39. Ртутные технические термометры.
40. Электроконтактные термометры их назначение и устройство.
41. Погрешность показаний по шкале термометра типа ТЭК.
42. Электроконтактные ртутные термометры палочные безшкальные.
43. Введение поправок в показания технического термометра.

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 № 10	
<u>Первая рубежная аттестация</u>	
Дисциплина: «Теплотехнические измерения и приборы»	
1	Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах.
2	Недостатки ртути с точки зрения термометрии.
3	Ртутные термометры с пределом измерения выше 200 и 500°C. Термометры повышенной точности.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика» Т.Б. Эзирбаев	

7.1.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Акустический термометр. Манометрические термометры.
2. Дилатометрические термометры. Методы измерения термо ЭДС.
3. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека.
4. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Термопары и способы их градуировки.
5. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей.
6. Основы теории ТП. Промышленные стандартные ТП: диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.

7. Магнитометрические методы измерения температуры.
8. Магнитоэлектрические милливольтметры: теоретические основы, область применения, класс точности.
9. Международная практическая температурная шкала. МПТШ-6824.
10. Теоретические основы, принципиальная схема, область применения, погрешности измерения.
11. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним.
12. Нормирующие показатели преобразователей термометров сопротивления.
13. Принцип действия. Конструкция ТС.
14. Стандартные металлические и полупроводниковые ТС.
15. Вторичные приборы термометров сопротивления.
16. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром.
17. Удлиняющие термоэлектродные провода.
18. Нормирующие преобразователи для работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами и термометрами сопротивления.
19. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения.
20. Основы теории бесконтактного измерения температуры.
21. Измерение температуры тел по их тепловому излучению.
22. Оптические методы и средства измерения температуры. Теоретические основы.
23. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
24. Потенциометры переносные, лабораторные, автоматические.
25. Термоэлектрический преобразователь.
26. Методы измерения термо ЭДС.
27. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека.
28. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним.
29. Горячий, рабочий и холодный концы термопары. Термопары и способы их градуировки.
30. Термоэлектроды. Результирующая термоЭДС цепи. ТермоЭДС, обусловленные контактной разностью потенциалов.
31. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей.
32. Основы теории ТП. Промышленные стандартные ТП: диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.
33. Включение третьего проводника в цепь термопары.
34. Схема включения третьего проводника в термоэлектрическую цепь, термоЭДС этой цепи.
35. Вычисление термоЭДС, развиваемых в различных случаях подключения третьего проводника.
36. Поправка на температуру свободных концов термоэлектрического преобразователя.
37. Нормальный термоэлектрод. Вычисление термоЭДС нормального термоэлектрода.
38. Расчетный метод, определения значение термоЭДС ТЭП.
39. Схема соединения термоэлектрического преобразователя термокомпенсационными проводами с измерительным прибором.
40. Вычисление развиваемой в цепи термоЭДС.
41. Удлиняющие термоэлектродные провода и термостатирование свободных концов ТЭП.
42. Способы соединения ТЭП. Метод вычисления паразитных термоЭДС.
43. Схема автоматической компенсации температуры свободных концов термоэлектрического преобразователя.
44. Термоэлектродные материалы. Влияние жаростойкости и механической прочности.
45. Требования, предъявляемые к материалам термоэлектродов.
46. Условия пригодности использования того или иного материала и технология их изготовления. Основные причины нестабильности термоэлектрических характеристик высокотемпературных термоэлектрических термометров с металлическими электродами.
47. Стабильность и воспроизводимость термоэлектрической характеристики материалов.
48. ТермоЭДС, развиваемая термоэлектрическими термометрами.

49. Надежная работа термоэлектрических термометров в промышленных условиях.
50. Динамическая характеристика термоэлектрических термометров (уравнение).
51. Термоэлектрические термометры на основе вольфрама, молибдена, рения.
52. Платинородий-платиновые термоэлектрические термометры.
53. Термоэлектрические термометры с электродами из сплавов силых и силин.
54. Медь-константановые термоэлектрические термометры.
55. Стандартные термоэлектрические преобразователи. Требования предъявляемые к материалам термоэлектродов стандартных термоэлектрических преобразователей.
56. Конструкция ТЭП по способу контакта с измеряемой средой.
57. Требования предъявляемые к ТЭП. Конструкция погружаемого ТЭП.
58. Схема термобатареи, определения значение термоЭДС.
59. Дифференциальная термопара, определение значения термоЭДС. Компенсационные провода.
60. Технические и метрологические характеристики некоторых компенсационных проводов.
61. Магнитоэлектрический милливольтметр. Обеспечение большей чувствительности милливольтметров, гальванометров и самопишущих милливольтметров.
62. Определение чувствительности измерительного механизма магнитоэлектрического милливольтметра к току.
63. Измерение термоЭДС милливольтметром. Расчет сопротивления термоэлектродов.
64. Потенциометры переносные, лабораторные, автоматические.
65. Теоретические основы, принципиальная схема потенциометров, область применения, погрешности измерения.
66. Схема потенциометра с переменной силой рабочего тока.
67. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним.
68. Нормирующие преобразователи термометров сопротивления. Принцип действия. Конструкция.
69. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром.
70. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения.
71. Основы теории бесконтактного измерения температуры.
72. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры.
73. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
74. Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Схема логометра.
75. Дифференциально-трансформаторные преобразователи и схемы дистанционной передачи.

Образец билета ко второй рубежной аттестации

	Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики <i>Кафедра «Теплотехника и гидравлика»</i> Билет № 1
	<u>Вторая рубежная аттестация</u>
	Дисциплина: «Теплотехнические измерения и приборы»
1	Требования предъявляемые к ТЭП. Конструкция погружаемого ТЭП.
2	Теоретические основы, принципиальная схема потенциометров, область применения, погрешности измерения.
3	Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры.

7.2 Вопросы к экзамену по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы»

1. Значение измерений и средств измерений для систем контроля и автоматического управления тепловыми процессами промышленных предприятий. Вклад отечественных ученых в развитие фундаментальных основ теории измерений.
2. Развитие теории и практики измерений в связи с широким внедрением систем централизованного контроля и автоматизированного управления.
3. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения.
4. Техничко-экономические аспекты эффективности внедрения систем централизованного контроля и автоматизированного управления производством. Теплотехнические измерения и их место в структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами промышленных предприятий.
5. Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений. Выбор методов и средств измерений для обеспечения требуемой точности измерений. Погрешности при технических и лабораторных измерениях
6. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Температурные шкалы (МТШ-90). Средства измерения температуры.
7. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества, принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения.
8. Газовые термометры постоянного объема. Акустический термометр. Манометрические термометры. Дилатометрические термометры. Методы измерения термо ЭДС. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека
9. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Термопары и способы их градуировки. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей.
10. Основы теории ТП. Промышленные стандартные ТП: диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.
11. Магнитометрические методы измерения температуры. Магнитоэлектрические милливольтметры: теоретические основы, область применения, класс точности.
12. Потенциометры переносные, лабораторные, автоматические. Теоретические основы, принципиальная схема, область применения, погрешности измерения.
13. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним. Нормирующие показатели преобразователей термометров сопротивления. Принцип действия. Конструкция ТС.
14. Стандартные металлические и полупроводниковые ТС. Вторичные приборы термометров сопротивления.
15. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром. Удлиняющие термоэлектродные провода.
16. Нормирующие преобразователи для работы в Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения. комплекте с термоэлектрическими термометрами и термометрами сопротивления.
17. Основы теории бесконтактного измерения температуры. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры. Теоретические основы.
18. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
19. Международная практическая температурная шкала. МПТШ-68

20. Общие сведения об измерении давления. Методы и средства измерения давления. Единицы измерения давления. Жидкостные приборы с видимым уровнем. Основные типы жидкостных манометров (U-образный, чашечный, двухчашечный) чувствительность измерительной системы.
21. Диапазоны измерений жидкостных манометров. Микроманометры. Двухтрубный манометр. Деформационные манометры и дифманометры.
22. Теоретические основы, принципиальная схема потенциометров, область применения, погрешности измерения.
23. Схема потенциометра с переменной силой рабочего тока.
24. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним.
25. Нормирующие преобразователи термометров сопротивления. Принцип действия. Конструкция.
26. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром.
27. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерения, способы их учета и уменьшения.
28. Основы теории бесконтактного измерения температуры.
29. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры.
30. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.
31. Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Схема логометра.
32. Дифференциально-трансформаторные преобразователи и схемы дистанционной передачи.

Образец экзаменационного билета по дисциплине

Министерство науки и высшего образования РФ Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова Институт энергетики Кафедра «Теплотехника и гидравлика»	
Дисциплина	<u>Теплотехнические измерения и приборы</u> Семестр - 8
Группа	<u>ЭОП-26</u>
БИЛЕТ № 1	
1.	Нормирующие преобразователи термометров сопротивления. Принцип действия. Конструкция.
2.	Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека
3.	Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним. Нормирующие показатели преобразователей термометров сопротивления. Принцип действия. Конструкция ТС.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Т.Б. Эзирбаев	

7.3 Текущий контроль

М1 Практическое занятие 1

Трудоемкость 4 часа

М1 Основные принципы и понятия измерения.

Метрологические основы измерений. Методы и средства измерения температуры. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения.

М1 Практическое занятие 2

Трудоемкость 2 часа

Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения. Производная ЕФВ. Основная ЕФВ. Система ЕФВ. Измерение. Мера. Прямые измерения. Косвенные измерения. Совокупные измерения. Совместными измерениями. Средство измерения, статические, динамические, абсолютные, относительные измерения. Принцип измерений.

М1 Практическое занятие 3

Трудоемкость 4 часа

Метод измерений. Погрешность измерений. Правильность измерений. Достоверность измерений. Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений. Выбор методов и средств измерений для обеспечения требуемой точности измерений. Погрешности при технических и лабораторных измерениях.

М1 Практическое занятие 4

Теплотехнические измерения.

Трудоемкость 4 часа

Температурная шкала Цельсия. Термодинамическая шкала Кельвина. Средства измерения температуры.

М2 Практическое занятие 5

Лабораторные термометры.

Трудоемкость 4 часа

Стеклянные жидкостные термометры. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров. Пирометры. Газовые термометры постоянного объема. Основные характеристики лабораторных термометров
Решение задач

М2 Практическое занятие 6

Трудоемкость 4 часа

Технические термометры. Ртутные технические термометры. Электроконтактные термометры их назначение и устройство. Погрешность показаний по шкале термометра типа ТЭК. Смещение нулевой точки в техническом термометре. Введение поправок в показания технического термометра.
Решение задач

М2 Практическое занятие 7

Трудоемкость 4 часа

Манометрические термометры.

Принцип действия манометрических термометров. Требования предъявляемые к манометрическим пружинам. Формула для вычисления величины рабочего давления газового манометрического термометра. Дополнительная погрешность и возможности ее уменьшения.
Решение задач

М2 Практическое занятие 8

Жидкостные манометрические термометры. Формулы, применяемые при изменении температуры в диапазоне манометрического термометра. Вытесненный объем вследствие охлаждения рассчитывается по формуле:

Конденсационные манометрические термометры. Гидростатическая погрешность манометрических жидкостных термометров. Давление в термосистеме конденсационного термометра.

Решение задач

Задача 1 [5]

Лабораторный стеклянный термометр, заполненный пентаном, показывает по шкале X_n °C.

Термометр погружен в измеряемую среду до отметки $X_{\text{пог}}$ °C. Температура выступающего столбика составляет $X_{\text{в.с.}}$ °C. Коэффициент видимого объемного теплового расширения рабочей жидкости в стекле $-\alpha_{\text{ж}}$. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.2.

Вариант заданий для студентов

Вариант № К задаче 1	Рабочая жидкость	$X_{\text{в.с.}}, ^\circ\text{C}$	$X_n, ^\circ\text{C}$	$X_{\text{пог}}, ^\circ\text{C}$
1	Ртуть	10	155	10
2	Керосин	5	55	15
3	Изопентан	10	-105	-155
4	Спирт этиловый	20	40	-50
5	Ртуть - галлий	15	55	-40
6	Толуол	10	22	-50
7	Метилкарбитол	20	33	-50
8	Галлий - индий - олово	25	605	100
9	Петролейный эфир	10	-20	-100
10	Керосин	5	70	5
11	Ртуть	15	206	25
12	Пентан	20	-45	-100
13	Галлий - индий - олово	25	450	50
14	Толуол	10	45	-50
15	Изопентан	10	-68	-170
16	Ртуть - таллий	15	10	-50
17	Мегилкарбитол	15	10	-30
18	Петролейный эфир	10	0	-85
19	Спирт этиловый	20	-10	-80
20	Пентан	20	-50	-100

Задача 2 [5]

В термостат помещено два термометра: технический с пределами измерения $X_n, X_{\text{в.с.}}, ^\circ\text{C}$ с пределом допускаемой основной погрешности $\pm\Delta$ °C и лабораторный термометр. Показания технического и лабораторного термометров составили $X_{\text{п1}}$ °C и $X_{\text{п2}}$ °C соответственно. Известно, что поправка на показания лабораторного термометра по свидетельству о поверке составляет -1 °C, поправка на показания на выступающий столбик равна +0,5 °C. Определить, выходят ли за пределы допускаемой погрешности показания технического термометра. Варианты индивидуальных заданий приведены в таблице 1.3.

Вариант № К задаче 2	$X_n, ^\circ\text{C}$	$X_{\text{в.с.}}, ^\circ\text{C}$	$X_{\text{п1}}, ^\circ\text{C}$	$X_{\text{п2}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta, ^\circ\text{C}$
1	0	500	450	452	4

2	0	100	92	96	3
3	-20	+20	2	0	1
4	-30	+30	15	19	3,5
5	0	25	9	14	2
6	10	30	12	13	1,5
7	0	50	41	38	2
8	0	60	52	48,3	4
9	20	50	21	21	0,5
10	-50	+50	48	47,5	1
11	0	500	92	91	3
12	-30	+30	16	14	1,5
13	20	50	41	38	1,5
14	-20	+20	15	18	0,5
15	0	50	16	14	2
16	0	600	502	500	2
17	0	200	184	180	3
18	0	100	48	54	3
19	-20	+20	-15	-17	1,5
20	-50	0	-28	-27	2

Задача 3 [5]

Определите, какое начальное давление должно быть создано в системе манометрического газового термометра при t_l ($^{\circ}\text{C}$), чтобы при изменении температуры от X_{nn} до X_{en} ($^{\circ}\text{C}$) давление в системе изменялось на P (МПа). Термический коэффициент расширения газа - β . Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.4.

Вариант № К задаче 3	$t_l, ^{\circ}\text{C}$	$X_{nn}, ^{\circ}\text{C}$	$X_{en}, ^{\circ}\text{C}$	$P, \text{МПа}$	β, K^{-1}
1	0	0	600	10	0,00366
2	0	0	500	10	0,00355
3	0	0	400	9	0,00220
4	20	0	300	9	0,00300
5	20	0	200	8	0,00331
6	20	0	100	8	0,00289
7	25	0	150	7	0,00370
8	25	0	250	7	0,00264
9	25	0	350	6	0,00341
10	10	0	450	6	0,00303
11	10	0	550	10	0,00295
12	10	0	600	10	0,00215
13	5	0	500	11	0,00200
14	5	0	400	11	0,00159
15	5	0	300	12	0,00315
16	0	0	200	12	0,00322
17	0	0	100	5	0,00367
18	0	0	150	4	0,00284
19	15	0	250	3	0,00212
20	15	0	350	2	0,00275

Задача 4 [5]

Определить температуру, измеряемую с помощью манометрического термометра в текущий момент, если при увеличении температуры на величину Δt ($^{\circ}\text{C}$) давление в термобаллоне увеличилось в n раз при начальном давлении P_n (МПа). Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 4

Вариант № К задаче 4	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	n	$P_n, \text{МПа}$	β, K^{-1}
1	420	2,0	415	0,00295
2	380	1,9	4,47	0,00215
3	360	1,6	4,53	0,00200
4	380	1,8	4,28	0,00159
5	450	2,2	4,29	0,00315
6	360	1,7	4,84	0,00322
7	380	1,8	5,12	0,00367
8	390	1,9	5,14	0,00284
9	430	2,0	4,98	0,00212
10	440	2,1	5,32	0,00275
11	450	1,8	4,25	0,00366
12	460	2,2	4,36	0,00355
13	360	1,9	4,78	0,00220
14	480	2,2	5,12	0,00300
15	500	2,3	5,79	0,00331
16	450	1,8	5,13	0,00289
17	463	1,9	5,14	0,00370
18	467	2,0	5,16	0,00264
19	493	2,1	5,16	0,00341
20	490	2,2	5,02	0,00303

Задача 5 [5]

При увеличении температуры $t_n, ^{\circ}\text{C}$ на $\Delta t, ^{\circ}\text{C}$ относительное изменение длины трубы составило $\delta\ell$ (%) от исходного значения ℓ_0 . Определить чувствительность термометра и коэффициент линейного расширения материала стержня, если труба термометра изготовлена из латуни.

Варианты индивидуальных заданий приведены в табл.

Вариант № К задаче 5	$t_n, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	$\delta\ell, \%$
1	0	200	1,2
2	25	190	1,5
3	30	195	1,4
4	48	196	1,3
5	90	205	1,2
6	50	206	1,1
7	60	204	0,8
8	102	203	0,9
9	75	202	0,7
10	76	210	1,0
11	48	195	0,8
12	43	197	0,9
13	54	202	0,8
14	58	204	0,7
15	61	206	0,6
16	62	196	0,5
17	68	198	0,9

18	70	196	1,0
19	75	194	1,2
20	76	2020	1,4

Материал	$\alpha \cdot 10^{-6}, ^\circ\text{C}$
Хромомолибден	12,3
Латунь	18,3 ÷ 23,6
Никелевая сталь	20,0
Красная медь	15,3
Плавленный кварц	0,55
Инвар	0,9
Сталь 12Х18Н9Т	15,5
Сталь 12Х18Н12Т	16,6

Задача 6 [5]

Определить минимальную длину трубы dilatометрического термометра, имеющего стержень, изготовленный из инвара, с пределами измерения

$t_n \div t_k$, если известно, что во всем диапазоне измерения относительное удлинение трубы не должно превышать δl , (%). Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 1.8.

Вариант № К задаче 6	Материал трубы	$t_n \div t_k, ^\circ\text{C}$	$\delta l, \%$
1	Никелевая сталь	0÷200	2,4
2	Хромомолибден	0÷150	3,0
3	Сталь 12Х18Н9Т	0÷100	2,8
4	Никелевая сталь	100÷400	2,6
5	Латунь	0÷400	2,4
6	Сталь 12Х18Н12Т	0÷300	2,2
7	Латунь	200÷400	1,6
8	Сталь 12Х18Н9Т	0÷100	1,8
9	Хромомолибден	0÷250	1,4
10	Сталь 12Х18Н9Т	0÷350	2,0
11	Латунь	0÷320	1,6
12	Сталь 12Х18Н12Т	0÷180	1,8
13	Никелевая сталь	0÷250	1,6
14	Хромомолибден	0÷280	1,4
15	Красная медь	0÷350	1,2
16	Сталь 12Х18Н12Т	100÷350	1,0
17	Никелевая сталь	150÷400	1,8
18	Красная медь	0÷200	2,0
19	Сталь 12Х18Н9Т	0÷300	2,4
20	Сталь 12Х18Н9Т	0÷100	2,4

М 2 Практическое занятие 9

Трудоемкость 4 часа

Методы измерения термо ЭДС. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Горячий, рабочий и холодный концы термопары. Термопары и способы их градуировки. Термоэлектроды.

М 2 Практическое занятие 10

Трудоемкость 2 часа

Схема включения третьего проводника в термоэлектрическую цепь, термоЭДС этой цепи. Вычисление термоЭДС, развиваемых в различных случаях подключения третьего проводника. Поправка на температуру свободных концов термоэлектрического преобразователя

М 2 Практическое занятие 11

Трудоемкость 4 часа

Схема соединения термоэлектрического преобразователя термокомпенсационными проводами с измерительным прибором. Вычисление развиваемой в цепи термоЭДС.

Удлиняющие термоэлектродные провода и термостатирование свободных концов ТЭП.

М 2 Практическое занятие 12

Трудоемкость 4 часа

Термоэлектродные материалы. Влияние жаростойкости и механической прочности. Требования, предъявляемые к материалам термоэлектродов.

Условия пригодности использования того или иного материала и технология их изготовления.

Основные причины нестабильности термоэлектрических характеристик высокотемпературных термоэлектрических термометров с металлическими электродами

М 2 Практическое занятие 13

Трудоемкость 4 часа

Хромель-алюмелевые ТХА и др. Термоэлектрические термометры с электродами из сплавов силых и силин. Медь-константановые термоэлектрические термометры. Термоэлектрические термометры с электродами на основе вольфрама, рения, молибдена и их сплавов.

Решение задач

М 2 Практическое занятие 14

Трудоемкость 4 часа

Требования предъявляемые к материалам термоэлектродов стандартных термоэлектрических преобразователей. Схема термобатареи, определения значение термоЭДС. Дифференциальная термопара, определение значения термоЭДС. Компенсационные провода. Схемы соединения ТЭП с измерительным прибором.

Решение задач

М 2 Практическое занятие 15

Трудоемкость 4 часа

Схема термобатареи, определения значение термоЭДС. Дифференциальная термопара, определение значения термоЭДС. Компенсационные провода. Схемы соединения ТЭП с измерительным прибором.

Решение задач

М 2 Практическое занятие 16

Трудоемкость 4 часа

Определение чувствительности измерительного механизма к току. Измерение термоЭДС милливольтметром. Расчет сопротивления термоэлектродов.

М 2 Практическое занятие 17

Трудоемкость 4 часа

Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним. Стандартные металлические и полупроводниковые ТС. Вторичные приборы термометров сопротивления. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром. Удлиняющие термоэлектродные провода.

Полупроводниковые термопреобразователи сопротивления. Схема логометра. Измерительные преобразователи промышленных предприятий.

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-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.					
знать: – основные источники научно-технической информации по материалам о средствах измерений; – принципы проектирования и выбора оборудования систем измерений;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к аттестациям, к практическим занятиям, темы рефератов, докладов.
уметь: – самостоятельно использовать нормативно-техническую документацию для анализа систем измерения и проведения расчетов; – использовать программы расчетов метрологических характеристик;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные Умения	

владеть: – навыками дискуссии по профессиональной тематике; – терминологией в области средств измерений; – навыками поиска информации о средствах измерений;	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.					
знать: – принцип действия средств измерения физических величин; – основные типы приборов, применяемых в системах измерений.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	
Уметь: – использовать программы расчетов метрологических характеристик; – эксплуатировать средства измерений в составе программно технических комплексов на базе современных информационных технологий; – осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые средства	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные Умения	Вопросы к аттестациям, к практическим занятиям, темы рефератов, докладов.

измерений; – выбирать, наладивать и эксплуатировать средства измерений.					
владеть: – основными характеристиками промышленных источников выбросов загрязняющих веществ; методами предварительной обработки осадков сточных вод, их физической сущностью и назначением, обеспечения безопасности окружающей среды.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний	Успешное и систематическое применение навыков	

8. 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.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1 Литература

1.	Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 480 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79683.html .— ЭБС «IPRbooks»
2.	Латышенко К.П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 437 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79645.html .— ЭБС «IPRbooks»
3.	Латышенко К.П. Технические измерения и приборы. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 515 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/79797.html .— ЭБС «IPRbooks»
4.	Крупененков Н.Ф. Электронные регуляторы температуры (контроллеры) фирм Danfoss, Eliwell, АКО. Настройка параметров и алгоритма работы холодильной установки [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Крупененков Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 42 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65388.html .— ЭБС «IPRbooks»
5.	Марукович Е.И. Бесконтактная термометрия [Электронный ресурс]/ Марукович Е.И., Марков А.П., Сергеев С.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2014.— 252 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29421.html .— ЭБС «IPRbooks»

в) Интернет-ресурсы

Интернет ресурс - www.gstou.ru электронная библиотека ЭБС «IPRbooks»,
“Консультант студента”, “ibooks”

1.	portal.tpu.ru>...WAW/education...technical...Lecture.pdf
2.	bwt.ru>Для промышленности>Теплоэнергетика>boiler
3.	techliter.ru>...lekcii...teplotekhnika...i...izmerenijam...

4.	superfilter.ru>vodopodgotovka.htm
5.	book-gu.ru>2013/03/water/
6.	upload.studwork.org>...Teplotekhnicheskie izmerenia...
7.	studopedia.net>3_1223_lektsiya--.html
8.	lib.ssga.ru>...15...теплотехнических измерений...лекций...

г) программное и коммуникационное обеспечение

Средства обеспечения освоения дисциплины

Расчетные компьютерные программы: MATHCAD, EXEL.

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы»
2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Учебная аудитория кафедры "Т и Г", №4-47 №4-20 снабженная мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов.

11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учтенные экземпляры.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Теплотехнические измерения и приборы (наличие оборудования и ТСО)

1.	Типовой комплект учебного оборудования «Метрология. МТИ-15 Технические измерения в машиностроении» (15 лабораторных работ)
2	Комплекты плакатов: Комплект плакатов «Технические измерения. Метрология, стандартизация и сертификация» (размер 560x800 мм) 32 шт. Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене:
3	Электронные плакаты Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
4	Метрология, стандартизация и сертификация (102 шт.)
5	Презентации:
1	Лекции по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы»
2	Термопары. Градуировка термопар
3	Общие принципы построения цифровых средств измерения.
4	Метрологические характеристики средств измерения.
5	Государственная система обеспечения единства измерений:
6	Погрешности при технических и лабораторных измерениях.
6	Приборы и образцовые меры

1. Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 2. Микрометр гладкий МК25 3. Микрометр рычажный МР25 4. Скоба рычажная СР-25 5. Прибор ПБ-250 6. Призма поверочная и разметочная (учебная) ПП-2-2 7. Нутромер индикаторный НИ-50 8. Нутромер микрометрический НМ-175	9. Набор КМД №2 кл.2 10. Набор принадлежностей к КМД ПК-2-У 11. Набор проволок для измерения резьбы 12. Стойка универсальная 15СТ-М 13. Штатив Ш-ШН 14. Штангензубомер ШЗН-18 15. Нормалер БВ-5045 16. Линейка синусная 100 мм (учебная) 17. Набор образцов шероховатости (точение)	18. Калибр-пробка гладкий 19. Калибр-пробка конусный 20. Калибр-скоба гладкий 21. Калибр-скоба регулируемый 22. Калибр-пробка резьбовой 23. Деталь типа «Вал» (2 шт.) 24. Деталь типа «Втулка» (2 шт.) 25. Деталь типа «Кольцо» 26. Деталь типа «Шестерня»
---	---	--

Приложение

Методические указания по освоению дисциплины

«Теплотехнические измерения и приборы»

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 «Теплотехнические измерения и приборы» состоит из 17 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Теплотехнические измерения и приборы» 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 «Теплотехнические измерения и приборы» - это углубление и расширение знаний в области методов измерения теплотехнических параметров; 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

СОГЛАСОВАННО:

Зав. кафедрой

«Теплотехника и гидравлика»



Т.Б. Эзирбаев

Директор ДУМР



М.А. Магомаева