



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Направление подготовки (специальность)
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	4

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления
29.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой



С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храшин

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры кафедры АСУ,

И.Г. Самарина

Рецензент:

Технический директор ЗАО «КонсОМ СКС»

Е.Ю. Васильев



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

заключается в формировании знаний и умений, необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технические измерения и приборы входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Начертательная геометрия и компьютерная графика Введение в направление

Теория эксперимента и наука о данных

Электрические измерения

Программирование и основы алгоритмизации

Метрология и средства измерений

Основы объектно-ориентированного программирования Цифровые технологии обработки информации в автоматизированных системах управления

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технические измерения и приборы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-6	Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-6.1	Разрабатывает алгоритмы и программы для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-6.2	Использует современные методы и средства контроля, диагностики и управления для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-6.3	Использует современные информационные технологии в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-9	Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ОПК-9.1	Выполняет экспериментальные исследования характеристик систем и объектов автоматизации по заданным методикам
ОПК-9.2	Выбирает современные способы и средства обработки результатов эксперимента
ОПК-9.3	Производит обработку результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 18,2 академических часов;
- аудиторная – 14 академических часов;
- внеаудиторная – 4,2 академических часов;
- самостоятельная работа – 153,1 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Измерение температуры								
1.1 Измерение температуры контактными методами	4	1	1		8,1	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы	
1.2 Измерение температуры бесконтактными методами		1			8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос, контрольная работа	
Итого по разделу		2	1		16,1			
2. Измерение давления, количества, расхода и уровня								
2.1 Методы измерения давления. Классификация методов и средств измерений давления. Датчики типа Метран	4	0,5	1		15	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы, конспект, тест	
2.2 Измерение количества и расхода жидких и газообразных средств. Классификация методов измерения расхода		0,5	1		20	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы, конспект, тест	
2.3 Измерение уровня жидких и сыпучих материалов.		0,25	2		15	Самостоятельное изучение учебной	Отчёт и защита лабораторной работы ,устный	

Классификация методов						литературы, подготовка к лабораторным занятиям	опрос, контрольная работа	
Итого по разделу		1,25	4		50			
3. Методы и приборы анализа состава веществ								
3.1 Автоматический газовый анализ. Классификация методов. Газоанализаторы, хроматографы, масс-спектрометры	4	0,5	1		10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы. Устный опрос, контрольная работа	
3.2 Измерение влажности газовых сред и сыпучих материалов. Классификация методов		0,5		1	10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос, контрольная работа	
3.3 Измерение концентрации водородных ионов. рН-метры		0,25		1	10	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос, контрольная работа	
Итого по разделу		1,25	1	2	30			
4. Измерение геометрических размеров и механических величин								
4.1 Измерение геометрических размеров и механических величин	4	0,25			5	Самостоятельное изучение учебной литературы	Конспект лекций	
Итого по разделу		0,25			5			
5. Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов								
5.1 Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов	4				17	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы	
Итого по разделу					17			
6. Автоматизированные системы контроля								
6.1 Контроль температуры жидкой стали. Контроль концентрации водорода. Система Hydris	4	0,5			12	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	
6.2 Примеры автоматизированных систем контроля технологических параметров		0,5			14	Самостоятельное изучение учебной литературы	Реферат	
Итого по разделу		1			26			
7. Метрологическое обеспечение технологических измерений металлургической промышленности								
7.1 Метрологическое обеспечение технологических измерений	4	0,25			9	Самостоятельное изучение учебной литературы	Реферат	

металлургической промышленности								
Итого по разделу		0,25			9			
8. Экзамен								
8.1 Экзамен	4						Теоретические вопросы, задача	
Итого по разделу								
Итого за семестр		6	6	2	153,1		экзамен, кр	
Итого по дисциплине		6	6	2	153,1		экзамен, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технические измерения и приборы» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий: ООО «ОСК», ООО «Информсервис ММК», ООО «КонсОМ»; предполагаемые темы встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Интеллектуальные мехатронные системы», «Диагностика и поверка средств измерений».
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211670> (дата обращения: 3.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гребенникова В. В. Технические измерения и приборы : учебное пособие / В. В. Гребенникова, М. В. Вечеркин ; МГТУ, [каф. ЭиЭС]. - Магнитогорск, 2014. - 150 с. : ил., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3722>. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Текст : непосредственный.

б) Дополнительная литература:

1. Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учебное пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 246 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_598da02128e609.60046688. - ISBN 978-5-16-018624-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1894488> (дата обращения: 3.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное пособие / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1237-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211013> (дата обращения: 3.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Анискевич, Ю. В. Приборы и методы измерения теплотехнических величин : учебное пособие / Ю. В. Анискевич. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2012. — 117 с. — ISBN 978-5-85546-725-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63681> (дата обращения: 3.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Гребенникова В. В. Технические измерения и приборы : учебное пособие / В. В. Гребенникова, И. Г. Самарина ; В. В. Гребенникова, И. Г. Самарина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 95 с. : ил., табл., схемы, граф., черт. - Лабораторные работы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21503>. - Текст : непосредственный.

2. Самарина И. Г. Метрология и средства измерений : практикум [для вузов] / И. Г. Самарина, А. Р. Бондарева, Е. Ю. Мухина ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3272>. - Текст : электронный.

3. Приложение 3 Методические указания по выполнению курсовой работы и Андреев С.М., Мухина Е.Ю., Самарина И.Г., Сухоносова Т.Г. Требования по выполнению курсовых проектов (работ) по образовательной программе «Системы и средства автоматизации технологических процессов» [Электронный ресурс]: практикум / Сергей Михайлович Андреев, Елена Юрьевна Мухина, Ирина Геннадьевна Самарина, Татьяна Геннадьевна Сухоносова; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (4,37 Мб). – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2023. – 1 DVD-R

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
-----------------	------------	------------------------

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа -

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации ауд. 450 или 448 или 437

Помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета ауд. 448 или 450

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций - Доска, мультимедийный проектор, экран

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи для хранения учебно-методической документации

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений

Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ ауд. 452:

- лабораторный стенд «Измерение расхода газа»;

- лабораторный стенд «Поверка термомпар»;

- лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;

- лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;

- лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;

- лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;

- лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;

- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»

Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Технические измерения и приборы» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
<i>Измерение температуры</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принцип действия термоэлектрического преобразователя. 2. Перечислить градуировки стандартных термопар с пределами измерений по температуре. 3. Объяснить влияние температуры холодных концов на показания термопары. 4. Перечислить способы введения поправки на температуры свободных концов. 5. Объяснить способ введения поправки с помощью компенсационного моста. 6. Какие требования предъявляются к материалам для изготовления термопары? 7. Нарисовать градуировочную зависимость (в общем виде) для термоэлектрического преобразователя. 8. По графику, полученному в результате проведения лабораторной работы, объяснить результаты эксперимента
<i>Измерение давления</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего предназначены преобразователи типа Метран 100? 2. Какие технологические параметры можно измерять с помощью датчиков типа Метран – 100 и перечислить наименования датчиков в соответствии с измеряемым параметром? 3. Какие сигналы могут быть на выходе датчика Метран 100? 4. В чём заключается принцип действия тензодатчика? Нарисовать схематично конструкцию. 5. Сколько тензодатчиков в преобразователе Метран 100? По какой схеме они соединены (нарисовать, объяснить)? 6. Нарисовать структурную схему преобразователя Метран 100 и объяснить принцип действия. 7. Есть ли в преобразователе Метран 100 устройство термокоррекции и если есть, то зачем оно необходимо? 8. Что такое структура КНС? 9. Как производили поверку преобразователя Метран 100?
<i>Измерение количества и расхода</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод переменного перепада давления: принцип действия, достоинства, недостатки. 2. Метод переменного перепада давления: комплект приборов для измерения расхода, объяснить назначение каждого. 3. Перечислить виды сужающих устройств и выбрать такое, чтобы уменьшить потери давления. 4. Метод постоянного перепада давления: принцип действия 5. Перечислить достоинства и недостатки стеклянных ротаметров. 6. Написать формулу для определения расхода методом динамического давления.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	7. Принцип действия измерения расхода методом динамического давления. 8. Нарисовать комплект приборов для измерения расхода методом динамического давления. 9. Написать формулу для измерения расхода (объемного и массового) через среднюю скорость потока
<i>Измерение уровня</i>	1. Перечислить способы измерения уровня сыпучих материалов. 2. Радиоизотопный способ измерения уровня(формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика). 3. Ультразвуковой способ измерения уровня (формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика). 4. Принцип действия зондового метода измерения уровня (по лабораторной установке). 5. Почему измерять уровень сыпучих материалов сложнее, чем уровень жидкости? 6. Рассчитать относительную погрешность измерения уровня по экспериментальным данным. 7. Рассчитать максимально возможную абсолютную погрешность измерения для данного прибора
<i>Определение свойств и состава веществ</i>	1. Как подразделяются магнитные газоанализаторы? 2. Для определения концентрации какого газа предназначен термомагнитный газоанализатор? 3. Что является чувствительным элементом термомагнитного газоанализатора? 4. При какой температуре следует производить измерения, используя термомагнитный газоанализатор? 5. Перечислить основные погрешности термомагнитных газоанализаторов. Как исключить влияние этих погрешностей?
<i>Измерение геометрических размеров и механических величин</i>	1. Для чего предназначены оптоэлектронные преобразователи перемещения? 2. Принцип действия оптоэлектронных преобразователей перемещения инкрементального типа. 3. Назначение квадратурного энкодера. 4. Устройство линейного магнитного датчика перемещения. 5. Устройство и назначение вращающихся трансформаторов. 6. Нарисовать зависимость ЭДС обмотки А при холостом ходе и при нагрузке от угла поворота ротора. 7. Потенциометрический датчик перемещения. 8. Нарисовать схему включения потенциометрического датчика перемещения. 9. Нарисовать статическую характеристику потенциометрического датчика
<i>Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</i>	1. Назначение газоанализаторов. 2. Какой основной закон лежит в работе оптико-абсорбционных газоанализаторов? 3. Нарисовать статическую характеристику оптико-абсорбционных газоанализаторов. 4. Для чего нужны источники инфракрасного излучения в

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>оптико-абсорбционных газоанализаторах?</p> <p>5. Чем заполняются фильтровые камеры, если в газовой смеси необходимо определить содержание CO?</p> <p>6. Для чего нужны сравнительные камеры?</p> <p>7. Чем заполняется компенсационная камера оптико-абсорбционных газоанализаторов?</p> <p>8. Какая шкала у оптико-абсорбционных газоанализаторов с газовой компенсацией?</p> <p>9. Достоинства и недостатки оптико-абсорбционных газоанализаторов</p>

Примеры контрольных задач

1. Определить перепад давления, создаваемый напорными трубками, если поток воды движется со скоростью v , если плотность измеряемой среды ρ .
2. По трубе диаметром D движется поток жидкости плотностью ρ со средней скоростью v . Определить массовый и объёмный расход.
3. Определите значение ЭДС, индуцируемой в электромагнитном расходомере с диаметром проходного отверстия d , при расходе воды Q , индукция магнитного поля B .
4. В трубопроводе диаметром d протекает жидкость, расход которой Q . Для измерения расхода применяется ультразвуковой расходомер, расстояние между источником и приёмником l . Определить время прохождения «по потоку» и «против него» если скорость распространения ультразвуковых колебаний в измеряемой среде c .
5. Термопара находится в измеряемой среде, температура которой равна 1000°C , а температура окружающей среды равна 35°C . Что покажет измерительный прибор, если поправку на температуру окружающей среды не вводить? Подобрать тип термопары и вторичный прибор. Рассчитать относительную погрешность измерения (объяснить ответ)
6. Калориметрический расходомер состоит из нагревателя мощностью W , расположенный в трубопроводе диаметром D . Определить разность температур измеряемой среды до и после нагревателя при средней скорости потока $v_{\text{ср}}$.
7. Класс точности прибора равен 0,5; градуировка ХА; пределы измерения от -200°C до $+600^{\circ}\text{C}$. Определить максимально допустимую погрешность в $^{\circ}\text{C}$. Что означает градуировка?
8. У поверяемого датчика давления со шкалой измерения от 0 до 250 кПа основная относительная погрешность измерения во всем диапазоне измерений равна 4%. Датчик имеет токовый выход 4...20 мА. На датчик калибратором подано давление 125 кПа, при этом его выходной сигнал равен 12,62 мА. Необходимо определить укладываются ли показания датчика в допустимые пределы.
9. Рассчитать погрешность измерения для чашечного манометра, если соотношение диаметров 1/400.
10. При измерении температуры в печи с помощью термопары «платина-платинородий» (тип S) вольтметр показал $7,8 \text{ мВ}$. Температура холодного спая

была стабилизирована на уровне 100°C. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру T_x в печи.

Темы рефератов:

ГОСТ 21.208-2013 Условные обозначения (задание на составление схем измерения и регулирования технических параметров):

- САР уровня;
- САР давления;
- САР температуры;
- САР расхода (соотношения расходов);
- Газовый анализ

Контрольная работа

Калориметрический расходомер состоит из нагревателя мощностью W , расположенный в трубопроводе диаметром D .

Требуется определить:

1. Разность температур измеряемой среды до и после нагревателя при средней скорости потока v_{cp} (две скорости, получим две разности). Для расчета можно воспользоваться упрощенной формулой:

$$W = \Delta t \cdot c_p \cdot Q_m,$$

где W – мощность нагревателя, Вт

c_p – теплоемкость измеряемой среды, Дж/(кг°C) [из таблицы 2]

Q_m – массовый расход, кг/с [$Q_m = Q_o \cdot \rho = (\rho \pi d^2 v) / 4$]

v – скорость потока, м/с

d – диаметр трубопровода, м

ρ – плотность среды, кг/м³ [из таблицы 2]

2. Построить градуировочную характеристику (зависимость Δt от Q_m). Для этого заполнить таблицу:

№	Скорость v , м/с	Объемный расход Q_o , м ³ /с	Массовый расход Q_m , кг/с	Разность температур Δt , °C
1	v_{cp1}			
			
15	v_{cp2}			

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-6: Способен разрабатывать и использовать алгоритмы и программы, современные информационные технологии, методы и средства контроля, диагностики и управления, пригодные для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности		
ОПК-6.2	Использует современные методы и средства контроля, диагностики и управления для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Жидкостные и грузопоршневые манометры. 2. Пьезометрический метод измерения давлений. 3. Преобразователи давлений серии МЕТРАН-100, МЕТРАН-150. Структурная схема. Принцип действия, область применения. 4. Механические методы измерения уровня сыпучих материалов. Особенности измерения уровня сыпучих материалов. 5. Измерение уровня жидкостей гидростатическими методами. Пьезометрический и манометрический методы измерения уровня. Измерение плотности неизвестной жидкости с помощью пьезометрического метода. 6. Измерение уровня ультразвуковыми методами. 7. Радарные и волновые уровнемеры. Устройство, принцип действия. 8. Измерение уровня жидкостей электрическими методами. Ёмкостные уровнемеры: область применения, принцип действия, схема измерения электропроводной и неэлектропроводной среды. 9. Контроль уровня жидкого металла в кристаллизаторах МНЛЗ. 10. Измерение расхода методом переменного перепада давления на сужающем устройстве. Комплект приборов. Формула расхода. 11. Измерение расхода методом постоянного перепада. Устройство ротаметров. Формула расхода. 12. Измерение расхода методом динамического напора. Формула расхода. Устройство напорной трубы. 13. Электромагнитные расходомеры. Принцип действия. Устройство

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>14. Ультразвуковые расходомеры. Принцип действия. Устройство.</p> <p>15. Счетчики количества. Скоростные и объемные.</p> <p>16. Вихревые расходомеры. Принцип действия. Устройство расходомера МЕТРАН-300ПР.</p> <p>17. Оптико-акустические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство.</p> <p>18. Термокондуктометрические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство.</p> <p>19. Термохимические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство.</p> <p>20. Терромагнитные газоанализаторы. Принцип действия. Устройство.</p> <p>21. Газовые хроматографы. Принцип действия. Устройство</p> <p>22. Массспектрометры. Принцип действия. Устройство.</p> <p>23. Измерение влажности газов электрическими гигрометрическими датчиками (метод точки росы).</p> <p>24. Психрометрический метод измерения влажности газов</p> <p>25. Нейтронный метод измерения влажности.</p> <p>26. Измерение толщины проката</p> <p>27. Измерение ширины проката.</p> <p>28. Принцип действия оптоэлектронных преобразователей перемещения инкрементального типа.</p> <p>29. Потенциометрический датчик перемещения. Устройство, принцип действия.</p> <p>30. Измерение концентрации водородных ионов (рН-метры).</p> <p>31. Измерение концентрации кислорода в воде. Привести пример измерительной системы.</p> <p>32. Определение содержания углерода в жидком металле. Привести пример измерительной системы.</p> <p>33. Измерение концентрации водорода в жидком металле (система HYDRIS)</p> <p>Перечень лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Измерение температуры 2. Измерение давления 3. Измерение расхода и количества 4. Измерение уровня жидкости 5. Измерение уровня сыпучих материалов

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>6. Термомагнитный газоанализатор 7. Оптико-акустический газоанализатор 8. Измерение геометрических размеров и механических величин</p> <p>Примеры практических заданий:</p> <p>1. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов</p> <p>2. Выбор и обоснование схемы сертификации СИ</p> <p>3. Составление спецификации оборудования для заданного контура измерения технологического параметра в выбранном производстве</p> <p>4. Определить перепад давления, создаваемый напорными трубками, если поток воды движется со скоростью v, если плотность измеряемой среды ρ.</p> <p>5. По трубе диаметром D движется поток жидкости плотностью ρ со средней скоростью v. Определить массовый и объёмный расход.</p> <p>6. Определите значение ЭДС, индуцируемой в электромагнитном расходомере с диаметром проходного отверстия d, при расходе воды Q, индукция магнитного поля B.</p> <p>7. В трубопроводе диаметром d протекает жидкость, расход которой Q. Для измерения расхода применяется ультразвуковой расходомер, расстояние между источником и приёмником l. Определить время прохождения «по потоку» и «против него» если скорость распространения ультразвуковых колебаний в измеряемой среде c.</p>
<p>ОПК-9: Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>		
ОПК-9.2	Выбирает современные способы и средства обработки результатов эксперимента	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <p>1. Дифференциально-трансформаторный преобразователь. Система передачи показаний на расстояние.</p> <p>2. Токовая система передачи показаний на расстояние.</p> <p>3. Измерение температуры жидкого металла</p> <p>4. Привести примеры автоматизированных систем контроля температуры жидкой стали</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>5. Привести примеры автоматизированных систем контроля уровня металла в сталеразливочном ковше</p> <p>6. Метрологическое обеспечение технологических измерений металлургической промышленности</p> <p>7. Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</p> <p>Перечень практических работ: ГОСТ 21.208-2013 Условные обозначения (задание на составление схем измерения и регулирования технических параметров):</p> <ul style="list-style-type: none"> – САР уровня; – САР давления; – САР температуры; – САР расхода (соотношения расходов); – Газовый анализ <p>1. Термопара находится в измеряемой среде, температура которой равна 1000°C, а температура окружающей среды равна 35°C. Что покажет измерительный прибор, если поправку на температуру окружающей среды не вводить? Подобрать тип термопары и вторичный прибор. Рассчитать относительную погрешность измерения (объяснить ответ)</p> <p>2. Калориметрический расходомер состоит из нагревателя мощностью W, расположенный в трубопроводе диаметром D. Определить разность температур измеряемой среды до и после нагревателя при средней скорости потока $v_{ср}$.</p> <p>3. Класс точности прибора равен 0,5; градуировка ХА; пределы измерения от -200°C до +600°C. Определить максимально допустимую погрешность в °C. Что означает градуировка?</p> <p>4. У поверяемого датчика давления со шкалой измерения от 0 до 250 кПа основная относительная погрешность измерения во всем диапазоне измерений равна 5%. Датчик имеет токовый выход 4...20 мА. На датчик калибратором подано давление 125 кПа, при этом его выходной сигнал равен 12,62 мА. Необходимо определить</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>укладываются ли показания датчика в допустимые пределы.</p> <p>5. Рассчитать погрешность измерения для чашечного манометра, если соотношение диаметров 1/400</p>
ОПК-9.3	Производит обработку результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метрология. Основные понятия и определения 2. Государственная система приборов (ГСП) 3. Единство измерений 4. Измеряемые величины. Виды измерений 5. Методы измерений. Методика выполнения измерений 6. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей 7. Вероятностные оценки погрешностей измерения 8. Средства измерения, виды. Сигнала измерительной информации 9. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики 10. Структурные схемы и свойства средств измерения 11. Обработка результатов измерения <p>Перечень практических работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитать и построить градуировочную характеристику теплового газоанализатора; 2. Рассчитать и построить градуировочную характеристику термокондуктометрического газоанализатора 3. Расчет термомагнитного газоанализатора

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технические измерения и приборы» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее;

– на оценку *«хорошо»* (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвёрдые;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не чётко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (2 баллов) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.