



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИКА**

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  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск  
2024 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

07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель \_\_\_\_\_ В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ, \_\_\_\_\_ И.Г. Самарина

Рецензент:

зав. кафедрой ЭиМЭ, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 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

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Формирование знаний и умений, необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, информационное и метрологическое обеспечение систем автоматизации; изучение основ метрологического обеспечения современной науки и техники

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Контрольно-измерительные приборы и автоматика входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Физика

Информационные процессы в системах управления предприятием

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Технологические контроллеры

Комплексы технических средств в САУ

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен выбирать способы и средства контроля и регулирования для реализации системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом термической и химико-термической обработки, а также осуществлять её реализацию
ПК-2.1	Определяет способы контроля и управления параметрами технологического процесса
ПК-2.2	Осуществляет выбор технических и программных средств для реализации системы автоматизированного и автоматического управления
ПК-2.3	Выполняет разработку общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом и подготовку технической документации

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 103,8 акад. часов;
- аудиторная – 102 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 4,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы метрологии								
1.1 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей	2	5		6	1	Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей	Устный опрос, инд. заданий, практическая работа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		5		6	1			
2. Средства измерения								
2.1 Средства измерения. Структурные схемы СИ. Выбор СИ	2	2		4	0,1	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задания	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2 Измерение электрических величин		2		4		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задания	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.3 Измерение магнитных величин		2		4		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задания	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		6		12	0,1			
3. Измерение неэлектрических величин								

3.1 Измерение температуры	2	5		14	2	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.2 Измерение расхода		2		4		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.3 Измерение давления		2		4	0,1	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.4 Измерение уровня		2		6	0,5	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.5 Измерение геометрических размеров и механических величин		2		4		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		13		32	2,6			
4. Методы и приборы анализа состава веществ								
4.1 Автоматический газовый анализ. Классификация методов. Газоанализаторы, хроматографы, масс-спектрометры	2	6		10	0,5	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
4.2 Измерение влажности газовых сред и сыпучих материалов. Классификация методов		2		6		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание, защита практических работ, тест	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		8		16	0,5			
5. Измерительные-информационные системы								
5.1 Измерительные-информационные системы	2	2		2		Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к практическим занятиям	Устный опрос, инд. задание	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

Итого по разделу	2		2				
б. Зачет							
б.1 зачет	2						
Итого по разделу							
Итого за семестр	34		68	4,2		зачёт	
Итого по дисциплине	34		68	4,2		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины 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; практические работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; практические работы с использованием проблемного обучения, 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 практических 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.
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» 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 (модуля)**

### **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: 23.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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.

3. 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: 23.04.2024). – 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: 23.04.2024). — 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: 23.04.2024). — 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.

### **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
Электронные плакаты по дисциплине "Основы метрологии и электрические измерения"	Д-903-13 от 14.06.2013	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
база данных патентного поиска - база данных Orbit Premium edition	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории - Оснащение аудитории

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 термопар»;

- 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 «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

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

<b>Перечень практических работ</b>	<b>Вопросы к защите</b>
<b><i>Измерение количества и расхода</i></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод переменного перепада давления: принцип действия, достоинства, недостатки.</li> <li>2. Метод переменного перепада давления: комплект приборов для измерения расхода, объяснить назначение каждого.</li> <li>3. Перечислить виды сужающих устройств и выбрать такое, чтобы уменьшить потери давления.</li> <li>4. Метод постоянного перепада давления: принцип действия</li> <li>5. Перечислить достоинства и недостатки стеклянных ротаметров.</li> <li>6. Написать формулу для определения расхода методом динамического давления.</li> <li>7. Принцип действия измерения расхода методом динамического давления.</li> <li>8. Нарисовать комплект приборов для измерения расхода методом динамического давления.</li> <li>9. Написать формулу для измерения расхода (объёмного и массового) через среднюю скорость потока</li> </ol>
<b><i>Измерение уровня</i></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить способы измерения уровня сыпучих материалов.</li> <li>2. Радиоизотопный способ измерения уровня(формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика).</li> <li>3. Ультразвуковой способ измерения уровня (формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика).</li> <li>4. Принцип действия зондового метода измерения уровня (по лабораторной установке).</li> <li>5. Почему измерять уровень сыпучих материалов сложнее, чем уровень жидкости?</li> <li>6. Рассчитать относительную погрешность измерения уровня по экспериментальным данным.</li> <li>7. Рассчитать максимально возможную абсолютную погрешность измерения для данного прибора</li> </ol>
<b><i>Определение свойств и состава веществ</i></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как подразделяются магнитные газоанализаторы?</li> <li>2. Для определения концентрации какого газа предназначен термомагнитный газоанализатор?</li> <li>3. Что является чувствительным элементом термомагнитного газоанализатора?</li> <li>4. При какой температуре следует производить измерения, используя термомагнитный газоанализатор?</li> <li>5. Перечислить основные погрешности термомагнитных газоанализаторов. Как исключить влияние этих погрешностей?</li> </ol>
<b><i>Измерение геометрических размеров и механических величин</i></b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для чего предназначены оптоэлектронные преобразователи перемещения?</li> <li>2. Принцип действия оптоэлектронных преобразователей перемещения инкрементального типа.</li> <li>3. Назначение квадратурного энкодера.</li> <li>4. Устройство линейного магнитного датчика перемещения.</li> <li>5. Устройство и назначение вращающихся трансформаторов.</li> <li>6. Нарисовать зависимость ЭДС обмотки А при холостом ходе и при нагрузке от угла поворота ротора.</li> </ol>

Перечень практических работ	Вопросы к защите
	7. Потенциометрический датчик перемещения. 8. Нарисовать схему включения потенциометрического датчика перемещения. 9. Нарисовать статическую характеристику потенциометрического датчика
<b>Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</b>	1. Назначение газоанализаторов. 2. Какой основной закон лежит в работе опτικο-абсорбционных газоанализаторов? 3. Нарисовать статическую характеристику опτικο-абсорбционных газоанализаторов. 4. Для чего нужны источники инфракрасного излучения в опτικο-абсорбционных газоанализаторах? 5. Чем заполняются фильтровые камеры, если в газовой смеси необходимо определить содержание CO? 6. Для чего нужны сравнительные камеры? 7. Чем заполняется компенсационная камера опτικο-абсорбционных газоанализаторов? 8. Какая шкала у опτικο-абсорбционных газоанализаторов с газовой компенсацией? 9. Достоинства и недостатки опτικο-абсорбционных газоанализаторов

### Примеры контрольных задач

1. Определить перепад давления, создаваемый напорными трубками, если поток воды движется со скоростью  $v$ , если плотность измеряемой среды  $\rho$ .
2. По трубе диаметром  $D$  движется поток жидкости плотностью  $\rho$  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  $1000^{\circ}\text{C}$ , а температура окружающей среды равна  $35^{\circ}\text{C}$ . 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  $X_A$ ; пределы измерения от  $-200^{\circ}\text{C}$  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 мВ. Температура холодного спая была стабилизирована на уровне 100°C. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру  $T_x$  в печи.

## 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
<b>ПК-2: Способен выбирать способы и средства контроля и регулирования для реализации системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом термической и химико-термической обработки, а также осуществлять её реализацию</b>		
ПК-2.1	Определяет способы контроля и управления параметрами технологического процесса	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровые измерительные приборы</li> <li>2. Обработка измерительной информации</li> </ol> <p><i>Примеры практических заданий:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить выходной сигнал терморезистора в заданном температурном диапазоне. Вывести в два столбца, начальное сопротивление и температурный коэффициент задать как именованные константы</li> <li>2. Выполнение практической части курсовой работы</li> </ol>
ПК-2.2	Осуществляет выбор технических и программных средств для реализации системы автоматизированного и автоматического управления	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жидкостные и грузопоршневые манометры.</li> <li>2. Пьезометрический метод измерения давлений.</li> <li>3. Преобразователи давлений серии МЕТРАН-100, МЕТРАН-150. Структурная схема. Принцип действия, область применения.</li> <li>4. Механические методы измерения уровня сыпучих материалов. Особенности измерения уровня сыпучих материалов.</li> <li>5. Измерение уровня жидкостей гидростатическими методами. Пьезометрический и манометрический методы измерения уровня. Измерение плотности неизвестной жидкости с помощью пьезометрического метода.</li> <li>6. Измерение уровня ультразвуковыми методами.</li> <li>7. Радарные и волновые уровнемеры. Устройство, принцип действия.</li> <li>8. Измерение уровня жидкостей электрическими методами. Ёмкостные уровнемеры: область применения, принцип действия, схема измерения электропроводной и неэлектропроводной среды.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>9. Контроль уровня жидкого металла в кристаллизаторах МНЛЗ.</p> <p>10. Измерение расхода методом переменного перепада давления на сужающем устройстве. Комплект приборов. Формула расхода.</p> <p>11. Измерение расхода методом постоянного перепада. Устройство ротаметров. Формула расхода.</p> <p>12. Измерение расхода методом динамического напора. Формула расхода. Устройство напорной трубы.</p> <p>13. Электромагнитные расходомеры. Принцип действия. Устройство</p> <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. Термомагнитные 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>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>33. Измерение концентрации водорода в жидком металле (система HYDRIS)</p> <p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов</li> <li>4. Выбор и обоснование схемы сертификации СИ</li> <li>5. Составление спецификации оборудования для заданного контура измерения технологического параметра в выбранном производстве</li> <li>6. Определить перепад давления, создаваемый напорными трубками, если поток воды движется со скоростью <math>v</math>, если плотность измеряемой среды <math>\rho</math>.</li> <li>7. По трубе диаметром <math>D</math> движется поток жидкости плотностью <math>\rho</math> со средней скоростью <math>v</math>. Определить массовый и объёмный расход.</li> <li>8. Определите значение ЭДС, индуцируемой в электромагнитном расходомере с диаметром проходного отверстия <math>d</math>, при расходе воды <math>Q</math>, индукция магнитного поля <math>B</math>.</li> <li>9. В трубопроводе диаметром <math>d</math> протекает жидкость, расход которой <math>Q</math>. Для измерения расхода применяется ультразвуковой расходомер, расстояние между источником и приёмником <math>l</math>. Определить время прохождения «по потоку» и «против него» если скорость распространения ультразвуковых колебаний в измеряемой среде <math>c</math>.</li> <li>10. Рассчитать и построить градуировочную характеристику теплового газоанализатора;</li> <li>11. Рассчитать и построить градуировочную характеристику термокондуктометрического газоанализатора</li> <li>12. Расчет термомагнитного газоанализатора</li> </ol>
ПК-2.3	Выполняет разработку общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом и подготовку технической документации	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциально-трансформаторный преобразователь. Система передачи показаний на расстояние.</li> <li>2. Токовая система передачи показаний на расстояние.</li> <li>3. Измерение температуры жидкого металла</li> <li>4. Привести примеры автоматизированных систем контроля температуры</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>жидкой стали</p> <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><b>Перечень практических работ:</b></p> <p>ГОСТ 21.208-2013 Условные обозначения (задание на составление схем измерения и регулирования технических параметров):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- САР уровня;</li> <li>- САР давления;</li> <li>- САР температуры;</li> <li>- САР расхода (соотношения расходов);</li> <li>- Газовый анализ</li> </ul> <p>1. Термопара находится в измеряемой среде, температура которой равна 1000°С, а температура окружающей среды равна 35°С. 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 <math>W</math>, расположенный в трубопроводе диаметром <math>D</math>. Определить разность температур измеряемой среды до и после нагревателя при средней скорости потока <math>v_{\text{ср}}</math>.</p> <p>3. Класс точности прибора равен 0,5; градуировка ХА; пределы измерения от -200°С до +600°С. Определить максимально допустимую погрешность в °С. 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</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		определить укладываются ли показания датчика в допустимые пределы. 5. Рассчитать погрешность измерения для чашечного манометра, если соотношение диаметров 1/400

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Контрольно-измерительные приборы и автоматика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

### **Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– 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.