



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

энергетики и автоматизированных систем

С.И. Лукьянов

« 26 » сентября 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ**

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль программы)

Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированных систем управления  
3  
6

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утвержденного приказом МОиН РФ от 20.10.2015 № 1171.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

5 сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

26 сентября 2018 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И. Лукьянов/

Рабочая программа составлена:

старший преподаватель кафедры АСУ

 / И.Г. Самарина/

Рецензент:

к.т.н., зам. директора ЗАО «КонсОМ СКС»



 / Ю.Н. Волщук /

**Лист регистрации изменений и дополнений**

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	06.09.2019 г., протокол №1	
2	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения	02.09.2020 г., протокол №1	

## 1 Цели освоения дисциплины

**Цель** изучения дисциплины «Технические измерения и приборы» заключается в формировании знаний и умений, необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации.

Для достижения поставленной цели в дисциплине решаются **задачи**:

- изучение методов измерения различных технологических параметров;
- изучение принципов работы современных средств измерений;
- изучение методов контроля в металлургическом производстве.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.06 «Технические измерения и приборы» входит в вариативную часть профессионального цикла дисциплин образовательного стандарта бакалавра (обязательные дисциплины) по направлению подготовки бакалавров 27.03.04 – Управление в технических системах, профиль – Системы и средства автоматизации технологических процессов (обязательная дисциплина). Дисциплина изучается в шестом семестре.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих освоенных дисциплинах в рамках ООП подготовки бакалавра по направлению 27.03.04 – Управление в технических системах, профиль – Системы и средства автоматизации технологических процессов:

- Б1.Б.9 «Математика»;
- Б1.Б.10 «Физика»;
- Б1.Б.14 «Метрология и средства измерений»;
- Б1.В.07 «Электроника в управляющих устройствах»

Перед началом изучения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями и навыками:

### **знать:**

- основные понятия из математики: производная, дифференциал, неопределённый интеграл, дифференциальные уравнения, ряды: общие сведения, ряды Фурье, разложение функций в ряд Фурье; основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры
- основные положения из физики: физические величины и закономерности их взаимодействия, электрические явления, магнитные явления, электрические явления в твердом теле, термоэлектрические явления, полупроводники; колебания и волны, физические основы механики, электричество и магнетизм,
- *основные химические понятия и законы*
- *теоретические основы метрологии и стандартизации, принципы действия средств измерений, методы измерений различных физических величин; методы определения и нормирования основных метрологических характеристик средств измерений*
- *физические основы электроники, принципы действия полупроводниковых и электронных приборов;*
- основные законы электротехники, основные определения, методы расчета электрических цепей;

### **уметь:**

- выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;
- пользоваться измерительными приборами;
- оценивать погрешности измерений;

- определять статические и динамические параметры простых технологических объектов; оформлять результаты расчетов и экспериментов;
- оценивать результаты измерения
- использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач

**владеть:**

- основами теории вероятности;
- основами анализа электрических цепей;
- основами математической статистики;
- методологией анализа веществ;
- основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и библиотечными каталогами;
- элементарными оценками погрешности измерений;
- приемами постановки простых экспериментов;
- навыками включения и отключения электрических приборов и потребителей, измерения электрических параметров, построения графиков, зависимостей.
- методами и средствами разработки и оформления технической документации; современными информационными и информационно-коммуникационными технологиями и инструментальными средствами для решения общенаучных задач в своей профессиональной деятельности и для организации своего труда (офисное ПО, математические пакеты, WWW)

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для следующих дисциплин:

- Б1.Б.18 «Комплексы технических средств в САУ»;
- Б1.В.ДВ.01.01 «Системы автоматизации и управления» (Б1.В.ДВ.01.02 «Автоматизированное управление в технических системах»);
- Б1.В.ДВ.02.01 «Автоматизация технологических процессов и производств» (Б1.В.ДВ.02.02 «Оптимизация управления технологическими процессами металлургического производства»)

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, и планируемые результаты обучения:**

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-7: способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы действия средств измерений, методы измерений различных физических величин;</li> <li>– типовые методы и средства измерения основных технологических параметров металлургии черных металлов, методы и приборы контроля окружающей среды и промышленных приборов;</li> <li>– принципы построения и функционирования автоматизированных средств информационного обеспечения систем автоматизации</li> </ul>

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>–использовать технические средства для измерения различных физических величин;</li> <li>–выбирать современные технические средства для измерения различных физических величин;</li> <li>–рассчитывать метрологические характеристики средств измерений</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками необходимыми для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации;</li> <li>– навыками, необходимыми для создания автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации</li> </ul>
<b>ПК-6 Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>–основные структуры, принципы типизации, унификации, построения программно-технических комплексов;</li> <li>–устройство основных типов технических средств автоматизации и управления, методы и способы получения информации о параметрах управляемого объекта;</li> <li>–методы проектирования и расчёта отдельных блоков и устройств систем автоматизации.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать стандартные средства измерительной и вычислительной техники с целью проектирования систем автоматического управления;</li> <li>–согласовывать работу устройств измерительной и вычислительной техники для выбранной конфигурации системы автоматического управления;</li> <li>–выполнять проектирование систем управления на основе типовых программно-технических комплексов</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками получения статических и динамических характеристик параметров структурных блоков и объектов управления;</li> <li>– умением рассчитывать параметры настройки автоматических регуляторов;</li> <li>– практическими навыками монтажа и наладки систем автоматического управления</li> </ul>
<b>ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>–теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации;</li> <li>–классификации стандартов по видам и назначению;</li> <li>–практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>–использовать стандарты в практической деятельности;</li> <li>–выполнять задания в области сертификации технических средств, систем;</li> <li>–выполнять задания в области сертификации процессов, оборудования и материалов</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>–навыками выбора необходимых схем и методов сертификации;</li> <li>–навыками самостоятельно разбираться в новых вопросах сертификации, технического нормирования, стандартизации и метрологического обеспечения;</li> <li>–навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 180 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 89 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 55,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
<b>1. Измерение температуры</b>	<b>6</b>							ОПК-7 - зув ДПК-1 – зв ПК-6 – зув
1.1 Измерение температуры контактными методами		2	8/4И <sup>1</sup>		5	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы	
1.2 Измерение температуры бесконтактными методами		2	2		5		Устный опрос, контрольная работа	
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>	<b>10/4И<sup>1</sup></b>		<b>10</b>			
<b>2.Измерение давления, количества, расхода и уровня</b>	<b>6</b>							ОПК-7 - зув ДПК-1 – зув ПК-6 – зув
2.1 Методы измерения давления. Классификация методов и средств измерений давления. Датчики типа Метран		4	6/4И <sup>1</sup>		5	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы Устный опрос, контрольная работа	
2.2 Измерение количества и расхода жидких и газообразных средств. Классификация методов измерения расхода		4	8/2И <sup>1</sup>		5	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы Устный опрос, контрольная работа	
2.3. Измерение уровня жидких и сыпучих		4	8/2И <sup>1</sup>		5	Самостоятельное изучение	Отчёт и защита	

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
материалов. Классификация методов						учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	лабораторной работы Устный опрос, контрольная работа	
<b>Итого по разделу</b>		<b>12</b>	<b>22/8И<sup>1</sup></b>		<b>15</b>			
<b>3. Методы и приборы анализа состава веществ</b>	<b>6</b>							ОПК-7 - зув ДПК-1 – зув ПК-6 – зув
3.1 Автоматический газовый анализ. Классификация методов. Газоанализаторы, хроматографы, масс-спектрометры		4	8/4И <sup>1</sup>		5	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		2	-		4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос, контрольная работа	
3.3. Измерение концентрации водородных ионов. рН-метры		2	-		2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос, контрольная работа	
<b>Итого по разделу</b>		<b>8</b>	<b>8/4И<sup>1</sup></b>		<b>11</b>			
<b>4. Измерение геометрических размеров и механических величин</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6/4И<sup>1</sup></b>		<b>5</b>	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы	ДПК-1 - зув
<b>5. Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5/4И<sup>1</sup></b>		<b>5</b>	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт и защита лабораторной работы	
<b>6. Автоматизированные системы контроля</b>	<b>6</b>							
6.1. Контроль температуры жидкой стали. Контроль концентрации водорода. Система Hydris		2	-		2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
6.2. Примеры автоматизированных систем контроля технологических параметров		2	-		4	Самостоятельное изучение учебной литературы	Реферат	
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>	<b>-</b>		<b>6</b>			
<b>7.Метрологическое обеспечение технологических измерений металлургической промышленности</b>	6	2	-		3,3	Самостоятельное изучение учебной литературы	Реферат	ОПК-7 - зув ДПК-1 – зв ПК-6 – зув
<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>34</b>	<b>51/22</b>		<b>55,3</b>		<b>Экзамен</b>	

## 5 Образовательные и информационные 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

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"><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></ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>7. Нарисовать градуировочную зависимость (в общем виде) для термоэлектрического преобразователя.</p> <p>8. По графику, полученному в результате проведения лабораторной работы, объяснить результаты эксперимента</p>
<i>Измерение давления</i>	<p>1. Для чего предназначены преобразователи типа Метран 100?</p> <p>2. Какие технологические параметры можно измерять с помощью датчиков типа Метран – 100 и перечислить наименования датчиков в соответствии с измеряемым параметром?</p> <p>3. Какие сигналы могут быть на выходе датчика Метран 100?</p> <p>4. В чём заключается принцип действия тензодатчика? Нарисовать схематично конструкцию.</p> <p>5. Сколько тензодатчиков в преобразователе Метран 100? По какой схеме они соединены (нарисовать, объяснить)?</p> <p>6. Нарисовать структурную схему преобразователя Метран 100 и объяснить принцип действия.</p> <p>7. Есть ли в преобразователе Метран 100 устройство термокоррекции и если есть, то зачем оно необходимо?</p> <p>8. Что такое структура КНС?</p> <p>9. Как производили поверку преобразователя Метран 100?</p>
<i>Измерение количества и расхода</i>	<p>1. Метод переменного перепада давления: принцип действия, достоинства, недостатки.</p> <p>2. Метод переменного перепада давления: комплект приборов для измерения расхода, объяснить назначение каждого.</p> <p>3. Перечислить виды сужающих устройств и выбрать такое, чтобы уменьшить потери давления.</p> <p>4. Метод постоянного перепада давления: принцип действия</p> <p>5. Перечислить достоинства и недостатки стеклянных ротаметров.</p> <p>6. Написать формулу для определения расхода методом динамического давления.</p> <p>7. Принцип действия измерения расхода методом динамического давления.</p> <p>8. Нарисовать комплект приборов для измерения расхода методом динамического давления.</p> <p>9. Написать формулу для измерения расхода (объёмного и массового) через среднюю скорость потока</p>
<i>Измерение уровня</i>	<p>1. Перечислить способы измерения уровня сыпучих материалов.</p> <p>2. Радиоизотопный способ измерения уровня (формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика).</p> <p>3. Ультразвуковой способ измерения уровня (формула, конструкция, принцип действия, градуировочная характеристика).</p> <p>4. Принцип действия зондового метода измерения уровня (по лабораторной установке).</p> <p>5. Почему измерять уровень сыпучих материалов сложнее, чем уровень жидкости?</p> <p>6. Рассчитать относительную погрешность измерения уровня по экспериментальным данным.</p> <p>7. Рассчитать максимально возможную абсолютную погрешность измерения для данного прибора</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
<b>Определение свойств и состава веществ</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>Измерение геометрических размеров и механических величин</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> <li>7. Потенциометрический датчик перемещения.</li> <li>8. Нарисовать схему включения потенциометрического датчика перемещения.</li> <li>9. Нарисовать статическую характеристику потенциометрического датчика</li> </ol>
<b>Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение газоанализаторов.</li> <li>2. Какой основной закон лежит в работе опико-абсорбционных газоанализаторов?</li> <li>3. Нарисовать статическую характеристику опико-абсорбционных газоанализаторов.</li> <li>4. Для чего нужны источники инфракрасного излучения в опико-абсорбционных газоанализаторах?</li> <li>5. Чем заполняются фильтровые камеры, если в газовой смеси необходимо определить содержание СО?</li> <li>6. Для чего нужны сравнительные камеры?</li> <li>7. Чем заполняется компенсационная камера опико-абсорбционных газоанализаторов?</li> <li>8. Какая шкала у опико-абсорбционных газоанализаторов с газовой компенсацией?</li> <li>9. Достоинства и недостатки опико-абсорбционных газоанализаторов</li> </ol>

### 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 ХА; 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  $100^{\circ}\text{C}$ . 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>ОПК-7: способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы действия средств измерений, методы измерений различных физических величин;</li> <li>– типовые методы и средства измерения основных технологических параметров металлургии черных металлов, методы и приборы контроля окружающей среды и промышленных приборов;</li> <li>– принципы построения и функционирования автоматизированных средств информационного обеспечения систем автоматизации</li> </ul>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</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> <li>9. Контроль уровня жидкого металла в кристаллизаторах МНЛЗ.</li> <li>10. Измерение расхода методом переменного перепада давления на сужающем устройстве. Комплект приборов. Формула расхода.</li> <li>11. Измерение расхода методом постоянного перепада. Устройство ротаметров. Формула расхода.</li> <li>12. Измерение расхода методом динамического напора. Формула расхода. Устройство напорной трубы.</li> <li>13. Электромагнитные расходомеры. Принцип действия. Устройство</li> <li>14. Ультразвуковые расходомеры. Принцип действия. Устройство.</li> <li>15. Счетчики количества. Скоростные и объемные.</li> <li>16. Вихревые расходомеры. Принцип действия. Устройство расходомера МЕТРАН-300ПР.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		17. Оптико-акустические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство. 18. Термокондуктометрические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство. 19. Термохимические газоанализаторы. Принцип действия. Устройство. 20. Термомагнитные газоанализаторы. Принцип действия. Устройство. 21. Газовые хроматографы. Принцип действия. Устройство 22. Массспектрометры. Принцип действия. Устройство. 23. Измерение влажности газов электрическими гигрометрическими датчиками (метод точки росы). 24. Психрометрический метод измерения влажности газов 25. Нейтронный метод измерения влажности. 26. Измерение толщины проката 27. Измерение ширины проката. 28. Принцип действия оптоэлектронных преобразователей перемещения инкрементального типа. 29. Потенциометрический датчик перемещения. Устройство, принцип действия. 30. Измерение концентрации водородных ионов (рН-метры). 31. Измерение концентрации кислорода в воде. Привести пример измерительной системы. 32. Определение содержания углерода в жидком металле. Привести пример измерительной системы. 33. Измерение концентрации водорода в жидком металле (система HYDRIS).
Уметь	–использовать технические средства для измерения различных физических величин; –выбирать современные технические средства для измерения различных физических величин; –рассчитывать метрологические характеристики средств измерений	<b>Перечень лабораторных работ:</b> 1. Измерение температуры 2. Измерение давления 3. Измерение расхода и количества 4. Измерение уровня жидкости 5. Измерение уровня сыпучих материалов 6. Термомагнитный газоанализатор 7. Оптико-акустический газоанализатор 8. Измерение геометрических размеров и механический величин

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>– навыками необходимыми для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации;</p> <p>– навыками, необходимыми для создания автоматизированных средств технологических измерений, а также информационного обеспечения систем автоматизации</p>	<p><b>Перечень практических работ:</b></p> <p>7. Определить перепад давления, создаваемый напорными трубками, если поток воды движется со скоростью <math>v</math>, если плотность измеряемой среды <math>\rho</math>.</p> <p>8. По трубе диаметром <math>D</math> движется поток жидкости плотностью <math>\rho</math> со средней скоростью <math>v</math>. Определить массовый и объёмный расход.</p> <p>9. 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>.</p> <p>10. 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>.</p> <p>11. Термопара находится в измеряемой среде, температура которой равна <math>1000^{\circ}\text{C}</math>, а температура окружающей среды равна <math>35^{\circ}\text{C}</math>. 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>12. 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>11. Класс точности прибора равен 0,5; градуировка ХА; пределы измерения от <math>-200^{\circ}\text{C}</math> до <math>+600^{\circ}\text{C}</math>. Определить максимально допустимую погрешность в <math>^{\circ}\text{C}</math>. Что означает градуировка?</p> <p>12. 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 укладываются ли показания датчика в допустимые пределы.</p> <p>13. Рассчитать погрешность измерения для чашечного манометра, если соотношение диаметров 1/400.</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-6 Способность производить расчёты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные структуры, принципы типизации, унификации, построения программно-технических комплексов;</li> <li>– устройство основных типов технических средств автоматизации и управления, методы и способы получения информации о параметрах управляемого объекта;</li> <li>– методы проектирования и расчёта отдельных блоков и устройств систем автоматизации.</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</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 жидкой стали</li> <li>5. Привести примеры автоматизированных систем контроля уровня металла в сталеразливочном ковше</li> <li>6. Метрологическое обеспечение технологических измерений металлургической промышленности</li> <li>7. Приборы и системы контроля окружающей среды и промышленных выбросов</li> <li>8. Метрология. Основные понятия и определения</li> <li>9. Государственная система приборов (ГСП)</li> <li>10. Единство измерений</li> <li>11. Измеряемые величины. Виды измерений</li> <li>12. Методы измерений. Методика выполнения измерений</li> <li>13. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей</li> <li>14. Вероятностные оценки погрешностей измерения</li> <li>15. Средства измерения, виды. Сигнала измерительной информации</li> <li>16. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики</li> <li>17. Структурные схемы и свойства средств измерения</li> <li>18. Обработка результатов измерения</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать стандартные средства измерительной и вычислительной техники с целью проектирования систем автоматического управления;</li> <li>– согласовывать работу устройств измерительной и вычислительной техники для выбранной конфигурации системы автоматического управления;</li> <li>– выполнять проектирование систем управления на основе типовых программно-технических комплексов</li> </ul>	<p><b>Перечень практических работ:</b>  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>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками получения статических и динамических характеристик параметров структурных блоков и объектов управления;</li> <li>– умением рассчитывать параметры настройки автоматических регуляторов;</li> <li>– практическими навыками монтажа и наладки систем автоматического управления</li> </ul>	<p><b>Перечень практических работ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать и построить градуировочную характеристику теплового газоанализатора;</li> <li>2. Рассчитать и построить градуировочную характеристику термокондуктометрического газоанализатора</li> <li>3. Расчет термоманометрического газоанализатора</li> </ol>
<b>ДПК-1 Способностью организовать метрологическое обеспечение производства систем и средств автоматизации и управления</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы метрологии, стандартизации и сертификации;</li> <li>– классификации стандарт по видам и назначению;</li> <li>– практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений;</li> </ul>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия. Цели стандартизации</li> <li>2. Задачи, органы и службы стандартизации</li> <li>3. Виды стандартов. Нормативные документы</li> <li>4. Методические основы стандартизации. Принципы и методы</li> <li>5. Основные понятия, цели и объекты сертификации</li> <li>6. Схемы сертификации</li> <li>7. Правила и порядок проведения сертификации</li> <li>8. Методы сертификации</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать стандарты в практической деятельности;</li> <li>– выполнять задания в области сертификации технических средств, систем;</li> <li>– выполнять задания в области сертификации процессов, оборудования и материалов</li> </ul>	<p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов</li> <li>2. Выбор и обоснование схемы сертификации СИ</li> <li>3. Составление спецификации оборудования для заданного контура измерения технологического параметра в выбранном производстве</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выбора необходимых схем и методов сертификации;</li> <li>– навыками самостоятельно разбираться в новых вопросах сертификации, технического нормирования, стандартизации и метрологического обеспечения;</li> <li>– навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения</li> </ul>	<p><b>Примеры практических заданий к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>2. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса</li> <li>3. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса</li> </ol>

## **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, четко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельным, при ответе использованы знания, приобретенные 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 нетвердые;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не четко, 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.

## **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, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51355> (дата обращения: 18.09.2020). — 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://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=817.pdf&show=dcatalogues/1/1116327/817.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.

### **б) Дополнительная литература:**

1.Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учеб. пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 246 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). —

www.dx.doi.org/10.12737/textbook\_598da02128e609.60046688. - ISBN 978-5-16-012858-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/882396> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2.Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное пособие / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1237-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4134> (дата обращения: 18.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/51354> (дата обращения: 18.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

**в) Методические указания:**

Гребенникова, В.В. Технические измерения и приборы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.В.Гребенникова, И.Г. Самарина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2016. – 102 с. – Текст: непосредственный

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум»	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

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
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
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-методический документации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений	Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: – 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

	<p>КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;</li> <li>– лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;</li> <li>– лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;</li> <li>– лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»</li> </ul> <p>Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.</p>
--	--