

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Контрольно-измерительная аппаратура

**Код модуля**  
1149987(0)

**Модуль**  
Конструкции металлургических агрегатов

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гольцев Владимир Арисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра теплофизики и информатики в металлургии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

**Авторы:**

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Контрольно-измерительная аппаратура

1.	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	4	
2.	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Лекции Лабораторные занятия	
3.	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет	
4.	<b>Текущая аттестация</b>	Контрольная работа	1
		Отчет по лабораторным работам	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Контрольно-измерительная аппаратура

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-20 -Способен осуществлять выбор элементов систем автоматического регулирования и разрабатывать средства автоматизации несложных технологических процессов в металлургии.	З-6 - Идентифицировать первичные измерительные преобразователи (датчики физических величин), средства воздействия на процесс (исполнительные механизмы и регулирующие органы) и программируемые логические контроллеры в системах автоматического регулирования. П-3 - Обосновать выбор элементов и комплектовать системы автоматического регулирования датчиковой аппаратурой, контроллерами и вспомогательной регулирующей и запорной арматурой.	Зачет Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции

	У-3 - Выбирать первичные измерительные преобразователи (датчики), исполнительные механизмы, регулирующие органы и программируемые логические контроллеры для построения систем автоматического регулирования	
--	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	7	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.5</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>отчет по лабораторным работам</i>	16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям –</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.

	Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.
--	--

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

**Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням**

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

**5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

**5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

**5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

**5.1.2. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Датчики температуры с естественными выходными сигналами
  2. Бесконтактное измерение температуры
  3. Исследование работы многоканального измерителя температуры УКТ38
  4. Изучение методов и средств измерения расходов газов и жидкостей
  5. Изучение преобразователя унифицированного сигнала в цифровой код РМ1
  6. Исследование работы датчиков и регулятора уровня
  7. Исследование работы системы позиционного регулирования на базе контроллера ПЛК150
  8. Исследование работы автоматической системы регулирования на базе регулятора ТРМ10РiС
  9. Изучение программного измерителя-регулятора ТРМ-251  
LMS-платформа
1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=653>
  2. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=653#section-12>

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Выбор закона регулирования
2. Расчет оптимальных значений параметров настройки регулятора
3. Исследование синтезированной АСР
4. Исследование работы датчиков и регулятора уровня
5. Бесконтактное измерение температуры

Примерные задания

Инженерный метод выбора закона регулирования (метод А. П. Копеловича) основывается на представлении реальных промышленных объектов регулирования в виде последовательно соединенных типовых звеньев: апериодического и чистого запаздывания. Эта задача была решена в разделе «Объект регулирования» при выполнении структурно-параметрической идентификации объекта регулирования.

Далее произведите выбор закона регулирования по методике Копеловича в следующем порядке.

1. Рассчитайте отношение  $\tau_3 / T_0$  и ориентировочно выберите по нему тип регулятора: при  $\tau_3 / T_0 \leq 0,2$  можно выбрать позиционный регулятор, при  $\tau_3 / T_0 > 0,2$  выбирается регулятор непрерывного действия.

2. Если выбран регулятор непрерывного действия, то следует определить реализуемый им закон регулирования. Это производится по специально рассчитанным графикам, которые изображены на рисунке 1. По приведенным на рисунке 2 зависимостям  $RД = f(\tau_3 / T_0)$  в соответствии с указанным в варианте задания типовым переходным процессом выберите простейший регулятор, обеспечивающий при данном  $\tau_3 / T_0$  не превышение допустимого значения величины  $RД$ , которое было рассчитано ранее.

Формулы для расчета оптимальных значений параметров настройки регулятора сведены в таблицу 1. Выберите из таблицы соответствующие Вашим условиям формулы и произведите по ним расчет параметров настройки.

Под параметрической областью устойчивости АСР понимается совокупность значений параметров настройки автоматического регулятора, при которой обеспечивается устойчивая работа АСР.

Такие характеристики рассчитываются путем решения системы уравнений, которая характеризует критическое состояние АСР на грани устойчивости при использовании критерия Найквиста-Михайлова.

Решение рассматриваемой задачи реализуется с помощью программы «Расчет параметрической области устойчивости». В компьютер вводятся данные о динамических свойствах объекта ( $t_z$ ,  $T_0$ ,  $K_{об}$ ) и указывается анализируемый вариант комплектования системы с использованием П-, ПИ- или ПИД- регулятора. Результаты расчета выдаются в виде таблицы и графика, которые отражают функциональную зависимость положения границы области устойчивости конкретной системы от параметров настройки регулятора (вид графика приведен на рис. 4). Рассчитываемые параметрические области устойчивости являются основным ориентиром правильного выбора настроек регулятора при проведении исследований. Естественно, что настройки следует выбирать в пределах области устойчивости, исходя из заданных требований к качеству регулирования. При приближении «рабочей точки» к границе устойчивости, переходный процесс в системе будет колебательным и продолжительным.

Выбранные значения параметров настройки регулятора используются далее для анализа работы системы методом математического моделирования.

С помощью программы «Расчет переходного процесса» рассчитывается кривая, описывающая изменение отклонения регулируемого параметра  $\Delta Y(\tau)$  в процессе регулирования и позволяющая оценивать устойчивость и качество регулирования.

По полученным в лабораторном эксперименте данным сравните расстояние срабатывания

Лст емкостного датчика при воздействии на него стальной пластины с указанным в п.2.2 значением. Сделайте вывод о соответствии чувствительности датчика его технической характеристике.

## 6 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТА И ОБРАБОТКА ТЕРМОГРАММЫ

Порядок выполнения тепловизионного обследования объекта.

1. Извлеките тепловизор из кейса и снимите защитную крышку с объектива.
2. Нажмите кнопку включения (см. рис. 11). После загрузки прибор готов к работе. Примерно каждые 60 с. выполняется автоматическое обнуление тепловизора (сопровождается щелчком).
3. Наведите тепловизор на объект (задается преподавателем). Вращайте кольцо фокусировки для получения четкого изображения. Не забывайте при работе оценить поле зрения и минимальное расстояние фокусировки (см. табл. 6).



4. При нажатии на триггер изображение будет зафиксировано.
  5. При помощи функций 1-точечного измерения (стандартно) и режима Холодная/Горячая точка определите точки с максимальной и минимальной температурой.
  6. Измените диапазон измерения температуры. В зависимости от температуры объекта он может быть как заниженным, так и завышенным. Если вместо показаний будет выведено ---- или +++, измените диапазон измерений.
  7. Для установки предельных значений шкалы выберите в меню прибора пункт Шкала. Переведите джойстик влево/вправо для выбора требуемого параметра. Для сохранения (отмены) изменений нажмите ОК либо Esc.
  8. Для изменения коэффициента излучения откройте пункт меню Коэф. излучения. Если переводить джойстик вверх/вниз, можно выбирать материал и соответствующий ему коэффициент излучения из списка. При повороте джойстика вправо можно вручную настроить коэффициент излучения (данная операция доступна только при выбранном параметре Зад. пользователем или Отраж. температура . Выбранный параметр будет выделен оранжевой границей. Подтвердите выбор нажатием ОК. Выбранная цифра будет выделена оранжевым фоном. Переведите джойстик вверх/вниз для установки требуемого значения, затем подтвердите ввод нажатием ОК. Подтвердите настройки нажатием Применить. Выбранный коэффициент излучения будет показан в правой нижней части дисплея.
- Обработка сохраненных термограмм может быть осуществлена в программном продукте Testo IRSofT.  
LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Отчет по лабораторным работам

Примерный перечень тем

1. ЛР1 Датчики температуры с естественными выходными сигналами
2. ЛР3 Исследование работы многоканального измерителя температуры
3. ЛР5 Изучение методов и средств измерения расхода газов
4. ЛР6 Изучение цифрового преобразователя унифицированного сигнала в цифровой код

Примерные задания

Определение динамических параметров датчиков

1. По данным лабораторного эксперимента постройте график изменения ТЭДС термопары в процессе нагрева печи. Этот график называется переходной характеристикой или кривой разгона датчика. Он дает представление о таких свойствах датчика, как запаздывание и инерционность. Пример обработки кривой разгона приведен в методических указаниях к лабораторной работе

Ознакомьтесь с размещением приборов и элементов управления на лабораторном стенде. Включите лабораторный стенд и прибор УКТ–38. Прибор автоматически перешел в режим «РАБОТА». Заготовьте табл. 3 для записи ре-

зультатов исследования работы прибора. Заполните графы таблицы  
Градуировку измерительного комплекта, состоящего из измерительной диафрагмы и жидкостного тягонапоромера ТНЖ-Н, проводят по данным о расходе воздуха, которые определяют тем же методом переменного перепада давления, но с помощью мембранного дифманометра ДМ и вторичного прибора РМ1. Показания ротаметра как более грубого прибора используют для дополнительного контроля результатов наблюдений.

Опыты проводят при изменении напряжения на вентиляторе от 50 до 95 В.

Сначала устанавливают минимальное напряжение (примерно 50 В), при котором поплавков ротаметра зависнет на отметке 20 %, делают небольшую выдержку для стабилизации потока воздуха и регистрируют показания всех трех приборов: ротаметра, тягонапоромера и РМ 1. Затем постепенным повышением напряжения последовательно задают значения по ротаметру 40, 60, 80, и 100 %; при каждом из них после небольшой выдержки записывают новые показания приборов.

Коэффициент расхода  $\%100Q$  будем определять экспериментально. Включите лабораторную установку (см. методические указания к лабораторной работе No 5).

Увеличивая напряжение при помощи лабораторного автотрансформатора, установите максимальный расход, ориентируясь на показания ротаметра. Запишите значение перепада давления при этом расходе, измеренное при помощи жидкостного дифференциального манометра. Используя методику, изложенную в лабораторной работе No 5, рассчитайте коэффициент диафрагмы и определите значение максимального расхода (в кубических метрах в час). Полученную величину назовем коэффициентом расхода  $\%100Q$  и занесем в память прибора. Для этого войдите в режим программирования и задайте код доступа 0100 (см. табл. 2). Введите значение коэффициента расхода: на верхнем цифровом индикаторе укажите целую часть вводимого значения, на нижнем – дробную часть (после десятичной точки). Единицу измерения расхода выбирает пользователь (в нашем случае – кубические метры в час).

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=653#section-12>

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. 1. Измерительный прибор, измерительный преобразователь, измерительная система.

Статические и динамические характеристики измерительных преобразователей

2. 2. Погрешности измерений. Методы повышения точности измерений

3. 3. Общие принципы построения ГСП. Классификация приборов и устройств ГСП

Типовые конструкции и унифицированные сигналы ГСП

4. 4. Структура измерительного преобразователя ГСП. Соединение звеньев канала измерения

5. 5. Основы измерения температур. Температурные шкалы.
6. 6. Принцип действия, конструкция и применение газовых, жидкостных и конденсационных манометрических термометров
7. 7. Термоэлектрический эффект. Законы термоэлектричества
8. 8. Введение поправки на температуру свободных концов термопары
9. 9. Конструкции термопар и материалы для их изготовления
10. 10. Способы компенсации изменения температуры свободных концов термопары
11. 11. Основные источники погрешности при измерении температуры с помощью термопар
12. 12. Материалы для изготовления и устройство термометров сопротивления
13. 13. Измерительные приборы термометров сопротивления. Двух, трех и четырехпроводные схемы подключения термометров сопротивления
14. 14. Теоретические основы измерения температуры бесконтактным способом. Классификация пирометров излучения
15. 15. Принцип действия, конструкция и применение квазимонохроматических пирометров
16. 16. Принцип действия, конструкция и применение пирометров спектрального отношения
17. 17. Принцип действия, конструкция и применение пирометров полного излучения
18. 18. Особенности измерения температур твердых тел и поверхностей
19. 19. Жидкостные приборы для измерения давления и разности давлений
20. 20. Мембранные и сильфонные приборы для измерения давления и разности давлений
21. 21. Конструкция, принцип действия и применение электрических манометров
22. 22. Конструкция, принцип действия и применение ультразвуковых преобразователей для измерения расхода
23. 23. Сущность метода переменного перепада давления для измерения расхода сред
24. 24. Конструкции стандартных и нестандартных сужающих устройств при измерении расхода методом переменного перепада давления
25. 25. Измерение расхода методом постоянного перепада давления. Конструкция ротаметра
26. 26. Измерение расхода приборами скоростного напора
27. 27. Тахометрические устройства для измерения расхода и количества вещества
28. 28. Электромагнитные устройства для измерения расхода и количества вещества
29. 29. Конструкция, принцип действия и применение поплавковых и буйковых уровнемеров
30. 30. Конструкция, принцип действия и применение гидростатических уровнемеров
31. 31. Конструкция, принцип действия и применение электрических уровнемеров
32. 32. Конструкция, принцип действия и применение радиоизотопных уровнемеров
33. 33. Конструкция, принцип действия и применение ультразвуковых и акустических уровнемеров
34. 34. Физические основы оптико-абсорбционного метода анализа газов
35. 35. Газоанализаторы инфракрасного поглощения
36. 36. Термокондуктометрические газоанализаторы
37. 37. Термомагнитные газоанализаторы
38. 38. Архитектура программируемого логического контроллера (ПЛК)

39. 42. Методы идентификации динамических характеристик объектов управления. Классификация и свойства (параметры) объектов управления (без самовыравнивания, с самовыравниванием, с запаздыванием). Активные методы определения передаточной функции объекта управления. Приняты допущения и области применения. Определение передаточной функции по кривой разгона (переходной функции), импульсной переходной функции, частотным методом.

40. 45. Основные типовые узлы управления. Автоматическое регулирование температуры в рабочем пространстве печи. Автоматическое регулирование соотношения «топливо-воздух». Автоматическое регулирование давления в рабочем пространстве печи. Автоматическое регулирование расхода и давления газа. Автоматические системы противоаварийной защиты. Совместное функционирование узлов систем автоматического регулирования. Современный автоматизированный горелочный комплекс

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/mod/quiz/view.php?id=128950>

#### 5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология образования в сотрудничестве	ПК-20	У-3 П-3	Контрольная работа Лекции