

**Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

«Утверждаю»



Проректор по УМР

О.М. Вальц

«07» сентября 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И  
ПРИБОРЫ В МЕТАЛЛУРГИИ»**

Направление подготовки:  
**22.03.02 Metallurgy**

Профили подготовки:  
**22.03.02.1 Technology of casting processes**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Санкт-Петербург  
2017

Рабочая программа дисциплины «Технологические измерения и приборы в металлургии» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.02 «Металлургия».

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 22.03.02 «Металлургия», профилю 22.03.02.1 «Технология литейных процессов».

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:**

А.В. Сивенков, к. т. н, доцент

**Рецензент:**

М.Г. Шарапов д.т.н., заместитель генерального директора по научной работе, начальник "Научно-производственного экспериментального комплекса (НПЭК)"НИЦ "Курчатовский институт"-ЦНИИ КМ "Прометей"

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Машиностроения и металлургии» «Об» сентября 2017 года, протокол №1

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	6
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
5.1. ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ .....	11
5.2. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) .....	11
5.3. ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ .....	11
5.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ .....	12
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	15
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	17
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ	17
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА .....	18
Приложение .....	19

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Технологические измерения и приборы в металлургии» является: ознакомление студента с современными способами и устройствами контроля технологических процессов в сложных производственных условиях с учётом многочисленных технических и экономических факторов.

1.2. Изучение дисциплины «Технологические измерения и приборы в металлургии» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности - изучение вопросов контроля и измерений таких величин, как

- давление;
- расход и количество жидкостей и газов,
- уровень жидкостей и сыпучих материалов в открытых и закрытых резервуарах,
- высокие температуры,
- сила и масса,
- положение и скорость движения деталей машин и механизмов,
- состав и свойства вещества в производственных условиях плавки металлов и сплавов,
- приготовления литейных форм, их заливки и т. п.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

## *общепрофессиональные (ОПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ОПК-7</b>	Готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации

## *профессиональные (ПК)*

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-4</b>	Готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы
<b>ПК-5</b>	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
<b>ПК-10</b>	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалобработке

#### 1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен

**Знать:** способы контроля и измерений таких величин, как давление, расход и количество жидкостей и газов, уровень жидкостей и сыпучих материалов в открытых и закрытых резервуарах, высокие температуры, давление, сила и масса, положение и скорость движения деталей машин и механизмов, состав и свойства вещества в производственных условиях плавки металлов и сплавов, приготовления литейных форм, их заливки и т. п.

**Уметь:** осуществить оптимальный выбор контрольно-измерительного прибора для измерений в заданных производственных условиях; уверенно ориентироваться в смежных технических областях на основе знаний, полученных из данной и других изученных ранее дисциплин.

**Владеть:** фундаментальными профессиональными знаниями с тем, чтобы осуществлять рациональное решение при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля над ходом протекания технологических процессов с тем, чтобы получать оперативную информацию, необходимую для управления этими процессами.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технологические измерения и приборы в металлургии» относится к вариативной части обязательных дисциплин блока Б.1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами: «Физика», «Химия», «Математика», «Физическая химия», «Теория литейных процессов», «Теплотехника», «Технология литейного производства».

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин: «Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов», «Информационные технологии в металлургии», «Технологическое оборудование литейных цехов», «Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве», «Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов». Приобретенные знания студентами будут непосредственно использованы при курсовом и дипломном проектировании и в дальнейшей производственной и научной деятельности.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторное занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Экзамен
1	<b>Модуль 1. Роль измерений при контроле и управлении в металлургии и литейном производстве</b>	<b>12/0,3</b>	<b>0.5</b>			<b>11,5</b>			
2	Тема 1.1. Общая характеристика средств измерения и их классификация	6	0,5			5,5			
3	Тема 1.2. Основные сведения о погрешностях измерения	6				6			
4	<b>Модуль 2. Измерение давления</b>	<b>16/0,45</b>	<b>0.5</b>	<b>3</b>		<b>12,5</b>			
5	Тема 2.1. Разновидности давления и единицы его измерения	8				8			
6	Тема 2.2. Разновидности приборов для измерения давления. Основные сведения о приборах для измерения давлений	8	0,5	3		4,5			
7	<b>Модуль 3. Измерение расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов</b>	<b>16/0,45</b>	<b>0.5</b>			<b>15,5</b>			
8	Тема 3.1. Измерение расхода жидкостей и газов методом сужения потока	8	0,5			7,5			
9	Тема 3.2. Электрические методы измерения расхода	4				4			
10	Тема 3.3. Измерение расхода сыпучих материалов	4				4			
11	<b>Модуль 4. Измерение высоких температур</b>	<b>16/0,45</b>	<b>0.5</b>			<b>15,5</b>			
12	Тема 4.1. Измерение температуры приборами контактного действия	8	0,5			7,5			
13	Тема 4.2. Бесконтактное измерение температуры	8				8			
14	<b>Модуль 5. Измерение механических величин</b>	<b>16/0,45</b>	<b>1</b>			<b>15</b>			
15	Тема 5.1. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов	8	1			7			
16	Тема 5.2. Измерение силы и массы	4				4			
17	Тема 5.3. Контроль положения и скорости деталей машин и механизмов	4				4			
18	<b>Модуль 6. Контроль состава и свойств вещества</b>	<b>16/0,45</b>	<b>0.5</b>			<b>15,5</b>			

	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторное занятие	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Экзамен
19	Тема 6.1. Определение химического состава	8	0,5			7,5			
20	Тема 6.2. Определение физических свойств	8				8			
21	<b>Модуль 7. Системы дистанционной передачи и преобразования информации</b>	<b>16/0,45</b>	<b>0.5</b>	<b>3</b>		<b>12,5</b>			
22	Тема 7.1. Способы и устройства передачи информации	8	0,5			7,5			
23	Тема 7.2. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые	8		3		5			
<b>Итого</b>		<b>108/3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>98</b>	<b>1</b>		<b>Зач.</b>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1. Роль измерений при контроле и управлении в металлургии и литейном производстве (12 часов)

#### Тема 1.1. Общая характеристика средств измерения и их классификация (6 часов)

Сущность процесса измерения и его двойственность.

Особая роль методов и средств измерений в модернизации промышленного производства и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

*Виды учебных занятий:*

Лекция: Общая характеристика средств измерения и их классификация 0,5 час

#### Тема 1.2. Основные сведения о погрешностях измерения (6 часов)

Формула измерения погрешности. Случайный характер погрешности. Формула Бесселя для оценки средней квадратичной погрешности. Случайные погрешности. Нормальный закон распределения (Гаусса). Усреднение результатов многократных измерений. Приведённая погрешность. Понятия основной и дополнительной погрешностей. Предельная погрешность. Класс точности средства измерения (контрольно-измерительного прибора). Максимально возможная погрешность.

### Модуль 2. Измерение давления (16 часов)

#### Тема 2.1. Разновидности давления и единицы его измерения (8 часов)

Давление жидкости или газа как сила, действующая на единицу поверхно-

сти.

## **Тема 2.2. Разновидности приборов для измерения давления. Основные сведения о приборах для измерения давлений (8 часов)**

Манометры: жидкостные, деформационные (пружинные). Принцип действия: уравнивание измеряемого давления силой тяжести столба рабочей жидкости (ртути, воды и пр.); уравнивание измеряемого давления силой упругости пружинного чувствительного элемента.

Электрические приборы абсолютного давления. Принцип действия: по теплопроводности разреженного газа (термокондуктометрические вакуумметры); по значению ионного тока через разреженный газ (ионизационные вакуумметры)

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Разновидности приборов для измерения давления. Основные сведения о приборах для измерения давлений	0,5 час
Практическое занятие:	Разновидности приборов для измерения давления. Основные сведения о приборах для измерения давлений	3 час

## **Модуль 3. Измерение расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов (16 часов)**

Основная терминология: расход, расходомеры, счётчики количества.

### **Тема 3.1. Измерение расхода жидкостей и газов методом сужения потока (8 часов)**

Метод сужения потока. Его простота, надежность и достаточная точность измерения.

### ***Виды учебных занятий:***

Лекция:	Измерение расхода жидкостей и газов методом сужения потока	0,5 час
---------	------------------------------------------------------------	---------

### **Тема 3.2. Электрические методы измерения расхода (4 часа)**

Индукционные (электромагнитные) расходомеры для измерения расхода жидкостей.

Ультразвуковой метод измерения расхода жидкости. Одноканальная схема устройства ультразвукового расходомера.

Измерение объёмного расхода жидкости. Массовый расход.

### **Тема 3.3. Измерение расхода сыпучих материалов (4 часа)**

Измерение расхода сыпучих материалов в металлургическом и литейном производствах: молотой извести, различных рафинирующих смесей для процессов плавки металлов и сплавов, компонентов формовочных и стержневых смесей (кварцевый песок, бентонит, регенерат) и пр. Взвешивающий транспортёр. Специальная система пневмотранспорта.

## **Модуль 4. Измерение высоких температур (16 часов)**

### **Тема 4.1. Измерение температуры приборами контактного действия (8 часов)**

Комплект термоэлектрического термометра, с помощью которого измеряют высокие температуры, например металлических расплавов, огнеупорной кладки пла-



вильных и термических печей.

Принцип действия термопары. Особенности вторичных приборов оценки точности и практическое применение этих средств измерения. Достоинства и недостатки различных разновидностей вторичных приборов, подключаемых к термопарам: милливольтметры и приборы компенсационного действия.

Электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы. Их принцип действия.

Вторичные приборы компенсационного принципа действия: аналоговые, цифровые.

Аналоговые вторичные приборы компенсационного действия: различные по устройству потенциометры, как ручные (для прецизионных измерений, например при исследовательских работах), так и автоматические электронные.

**Виды учебных занятий:**

Лекция: Измерение температуры приборами контактного действия 0,5 час

**Тема 4.2. Бесконтактное измерение температуры (8 часов)**

Бесконтактные приборы – пирометры излучения. Законы теплового (иначе – температурного) излучения нагретых тел. Использование законов излучения для определения трех видов кажущихся, то есть псевдотемператур: яркостная (монохроматическая); радиационная (полного излучения); цветовая (спектрального отношения).

Монохроматическим излучение.

Методическая погрешность цветового метода при измерении температуры селективно излучающих тел.

**Модуль 5. Измерение механических величин (16 часов)**

**Тема 5.1. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов (8 часов)**

В литейном производстве контролируют уровень различных сред как в открытых, так и закрытых, в том числе и находящихся под давлением, резервуарах для хранения жидких компонентов формовочных и стержневых смесей, а также бункеры для сыпучих компонентов тех же смесей и шихтовых материалов плавки. В ряде случаев уровень шихты контролируется непосредственно в плавильной печи, например в шахте вагранки.

Устройства для контроля уровня подразделяются на уровнемеры и сигнализаторы уровня. Первые из них обеспечивают возможность непрерывного измерения уровня в определенном диапазоне, а вторые – сигнализируют о достижении уровнем контролируемой среды некоторых предельных значений. Ряд приборов контроля уровня сочетает в себе признаки как уровнемеров, так и сигнализаторов уровня.

**Виды учебных занятий:**

Лекция: Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов 1 час

**Тема 5.2. Измерение силы и массы (4 часа)**

Рассматриваемый в настоящей теме материал в главной мере относится к автоматическим взвешивающим устройствам (автоматическим весам и дозаторам), получившим широкое распространение в литейном производстве.

Рекомендуется для взвешивания кусков металлошихты применять пружинные взвешивающие устройства, не подверженные накоплению остаточной деформации. Для взвешивания же сыпучих материалов целесообразно использовать более точные тензорезисторные и магнитоупругие датчики массы.

### **Тема 5.3. Контроль положения и скорости деталей машин и механизмов (4 часа)**

Контроль положения подвижных деталей литейного оборудования.

При наличии гидропривода скорость движения любого устройства может быть измерена по расходу масла или иной жидкости в трубопроводах системы.

Технически значительно проще измеряется частота вращения деталей машин и механизмов – с помощью тахометров. Виды тахометров.

Погрешность аналоговых тахогенераторов постоянного тока составляет 2 ... 3 %, переменного 1,5 ... 2 %.

При необходимости более высокой точности измерения могут быть использованы частотно-импульсные тахогенераторы.

## **Модуль 6. Контроль состава и свойств вещества (16 часов)**

### **Тема 6.1. Определение химического состава (8 часов)**

Для управления металлургическими (литейными) процессами необходима оперативная информация о химическом составе шихтовых материалов, металла и шлака в процессе плавки, составе газов плавильных печей. Для этого используют спектральные методы и средства экспресс-анализа металла и шлака, такие как рентгенофлуоресцентный и эмиссионный вакуумный.

Для контроля состава газов используются различные газоанализаторы. Анализ отходящих из металлургических печей продуктов сгорания топлива

С учётом широких возможностей качественного и количественного определения отдельных компонентов в многокомпонентных газовых смесях в литейном производстве следует ориентироваться на применение газо-адсорбционных хроматографов.

#### **Виды учебных занятий:**

Лекция:	Определение химического состава	0,5 час
---------	---------------------------------	---------

### **Тема 6.2. Определение физических свойств (8 часов)**

Контроль влажности формовочных материалов. Контроль плотности жидкостей.

## **Модуль 7. Системы дистанционной передачи и преобразования информации (16 часов)**

### **Тема 7.1. Способы и устройства передачи информации (8 часов)**

Наиболее широкое распространение получили электрические системы дистанционной связи. В особых случаях с целью обеспечения пожаро- и взрывобезопасности применяются и пневматические системы.

#### **Виды учебных занятий:**

Лекция:	Способы и устройства передачи информации	0,5 час
---------	------------------------------------------	---------

## **Тема 7.2. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые (8 часов)**

Известны электрические системы: аналоговые и цифровые.

Достоинства систем на постоянном напряжении. Пневматические системы дистанционной.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) типа «Вал — цифра». Схема и принцип действия уравнивающего АЦП.

Схема интегрирующего АЦП.

**Виды учебных занятий:**

Практическое занятие: Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые 3 час

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Темы контрольных работ**

Модуль дисциплины	Наименование тем
Модуль 1. Роль измерений при контроле и управлении в металлургии и литейном производстве	Общая характеристика средств измерения и их классификация. Основные сведения о погрешностях измерения. Разновидности давления и единицы его измерения. Разновидности приборов для измерения давления.
Модуль 2. Измерение давления	Измерение расхода жидкостей и газов методом сужения потока. Электрические методы измерения расхода.
Модуль 3. Измерение расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов	Измерение расхода сыпучих материалов. Измерение температуры приборами контактного действия. Бесконтактное измерение температуры.
Модуль 4. Измерение высоких температур	Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов. Измерение силы и массы.
Модуль 5. Измерение механических величин	Контроль положения и скорости деталей машин и механизмов. Определение химического состава.
Модуль 6. Контроль состава и свойств вещества	Определение физических свойств. Способы и устройства передачи информации.
Модуль 7. Системы дистанционной передачи и преобразования информации	Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые.

### **5.2. Темы курсовых работ (проектов)**

Выполнение курсовой работы (проекта) учебным планом не предусмотрено.

### **5.3. Перечень методических рекомендаций**

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по подготовке к практической работе
2	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.

#### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачёту

1. Назовите причины возникновения случайных погрешностей измерения. Чем отличается случайная погрешность от систематической?
2. Приведите и объясните формулу Бесселя для определения средней квадратичной погрешности.
3. Каким образом возможно распределение плотности вероятности случайных погрешностей измерения?
4. Охарактеризуйте нормальный закон распределения плотности вероятности случайных погрешностей (закон Гаусса).
5. Когда проявляется закон Гаусса в области многократных измерений физической величины?
6. Какова вероятность того, что из множества измерений случайная погрешность не будет превышать значения средней квадратичной погрешности?
7. Насколько с увеличением количества измерений точности усредненного их результата оказывается выше точности однократного измерения?
8. Как определяется приведенная погрешность измерения?
9. В чем разница между основными и дополнительными погрешностями?
10. Что выражает собой класс точности измерительного прибора?
11. Приведите определения полного (абсолютного), атмосферного (барометрического) и избыточного (манометрического) давлений.
12. Если во внесистемном выражении давление сжатого воздуха составляет  $6 \text{ кгс/см}^2$ , то как выразить это давление в единицах СИ?
13. Для чего предназначен специальный манометр, называемый тягонапоромером?
14. Опишите устройство жидкостного манометра (дифманометра) с устройством для дистанционной передачи результатов измерения.
15. Какие принципы положены в основу устройства электрических вакуумметров?
16. Как устроены чувствительные элементы манометров, предназначенные для измерения наиболее высоких давлений?
17. В чем состоит сущность измерения расхода жидкостей или газов методом сужения потока?
18. Обязательно ли требуется эксперимент для определения коэффициента расхода сужающего устройства, предназначенного для измерения расхода жидкостей и газов?
19. Приведите и объясните сущность уравнения неразрывности течения.
20. Что и каким образом выражает уравнение Бернулли?
21. Опишите устройство и принцип действия индукционного расходомера.
22. В чем преимущество двухканального ультразвукового расходомера по сравнению с одноканальными?
23. Какие датчики применяются при измерении сыпучих материалов при конвейерном их транспортировании?
24. Опишите схему и принцип действия системы датчиков при измерении расхода сыпучих материалов пневмотранспортом.

25. Из каких элементов состоит термоэлектрический термометр?
26. На каких явлениях основано возбуждение термоэлектродвижущей силы термопары?
27. Какие термопары являются стандартными?
28. Приведите и охарактеризуйте известные Вам примеры стандартных термопар.
29. Что называют градуировочной характеристикой термопары?
30. Чем обусловлена необходимость введения поправок на температуру холодных концов термопары?
31. Опишите пример неметаллической термопары, предназначенной для непрерывного измерения температуры жидкой стали.
32. Почему показания милливольтметра, подключенного к термопаре, зависят от сопротивления соединительных проводов?
33. Зависят ли показания электронного потенциометра от сопротивления внешней цепи?
34. Каких длин волн тепловое излучение может быть использовано для измерения температуры с помощью пирометров?
35. В чем основная причина погрешностей, в большинстве случаев имеющих место при измерении температуры с помощью пирометров излучения?
36. Охарактеризуйте взаимосвязь между яркостной и истинной температурами серого тела с учетом его степени черноты.
37. Опишите схему и принцип действия яркостного пирометра.
38. Какие приемники теплового (температурного) излучения применяются в пирометрах?
39. Для чего используются светофильтры в определенных разновидностях пирометров излучения?
40. Опишите взаимосвязь между радиационной и истинной температурами с учетом степени черноты объекта измерения.
41. Как устроен радиационный (полного излучения) пирометр?
42. Почему при измерении цветовой температуры необходимы два светофильтра с различными длинами волн пропускаемого ими излучения?
43. В каких случаях цветовая температура наиболее близка к действительной и почему?
44. Опишите принцип действия цветowego пирометра.
45. Какова погрешность любого пирометра излучения при измерении температуры абсолютно черного тела?
46. Каким образом можно повысить точность измерения температуры расплавов яркостным или радиационным пирометрами?
47. При одинаковом значении степени черноты контролируемого объекта показания какого из пирометров: яркостного или радиационного, - оказываются ближе к действительной температуре?
48. Как параллельным измерением температуры яркостным и радиационным пирометрами с последующей математической обработкой полученных результатов определить действительные значения температуры и степени черноты контролируе-

мого объекта?

49. Чем отличается уровнемер от сигнализатора уровня?
50. Для измерения уровня каких веществ может быть применен ёмкостный метод?
51. Каким образом без осязаемого перемещения элементов измерительного устройства можно определить значение силы?
52. Каково назначение дифференциально-трансформаторного датчика в пружинном взвешивающем устройстве?
53. В чем проявляется различие в эксплуатационной надежности тензорезисторных и магнитоанизотропных датчиков?
54. Как компенсируют дополнительную погрешность измерения массы с помощью тензодатчиков?
55. Опишите особенности эмиссионного вакуумного спектрального анализа металла и шлака в сравнении с рентгено-флуоресцентным методом.
56. Опишите особенности рентгено-флуоресцентного спектрального метода анализа металла и шлака в сравнении с эмиссионным вакуумным.
57. Какие компоненты газовых смесей можно количественно определить термокондуктометрическим методом?
58. Возможно ли определить содержание  $\text{CO}_2$  в газовой смеси магнитным методом?
59. Опишите принцип действия газового хроматографа.
60. Как расшифровывают хроматограмму для получения данных о качественном и количественном составе анализируемой газовой смеси?
61. В чем разница определения содержания газов в металле методом плавления пробы в вакууме или – под током инертного газа?
62. Для определения содержания каких газов в металле применяют метод восстановительного плавления?
63. На чем основан емкостный метод определения влажности сыпучих материалов литейного производства?
64. В чем заключается преимущество гамма-нейтронного метода контроля влажности литейных материалов?
65. Приведите и опишите реакцию образования быстрых нейтронов для реализации гамма-нейтронного метода измерения влажности?
66. Требуется ли стандартное уплотнение пробы сыпучего материала при определении его влажности?
67. Каков принцип действия контроля формуемости литейных материалов?
68. Возможно ли определение плотности жидкости по частоте собственных колебаний отрезка трубопровода, по которому протекает эта жидкость?
69. На чем основан радиационный метод контроля плотности жидкостей? Охарактеризуйте системы дистанционной передачи измерительной информации с помощью постоянного тока.
70. В каких случаях и на каких расстояниях используют пневматические системы дистанционной передачи информации?
71. В каких случаях в составе средств измерения применяют аналого-

цифровые преобразователи?

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература:**

1. Сулейменов Б.А. Управление технологическими процессами в цветной металлургии [Электронный ресурс]/ Б.А. Сулейменов, Г.М. Мутанов— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2012.— 280 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru5993>

2. Черноусов П.И. Рециклинг. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов в черной металлургии [Электронный ресурс]: монография/ П.И. Черноусов— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский Дом МИ-СиС, 2011.— 428 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru56213>

3. Марков А.П. Оптико-волоконное скопирование в литье и металлургии [Электронный ресурс]: монография/ А.П. Марков, Е.И. Марукович, В.В. Потапкин— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2010.— 320 с.—

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12308>

### **б) дополнительная литература**

1. Дембовский, В.В. Программное обеспечение учебного процесса по дисциплинам кафедры металлургии и литейного производства: учеб. пособие/ В.В. Дембовский. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006.

Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2>

2. Белай, Г.Е. Организация металлургического эксперимента: учеб. пособие / Г.Е. Белай, В.В. Дембовский, О.В. Соценко. – М.: Металлургия, 2010.

### **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office 2010
2. Тестовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Opera и др.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕ-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>
2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационные системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс»,
7. Справочная правовая система «Гарант».

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Технологические измерения и приборы в металлургии» имеет свои особенности, которые обусловлены её местом в подготовке бакалавра. Выполняя важную образовательную функцию, связанную с формированием культуры мышления у студентов, «Технологические измерения и приборы в металлургии» выступает в качестве основы приобретения способностей к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. На основе изучения данной дисциплины у обучаемых формируются нравственно-патриотическое сознание, вырабатывается гражданская позиция.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента, консультации.

На завершающем этапе изучения дисциплины необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для подготовки к зачету и экзамену, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

После изучения соответствующих тем дисциплины следует приступить к выполнению контрольных работ.

В завершении изучения учебной дисциплины студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование



с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана, выполнившие контрольные работы и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

### **10.1. Internet – технологии**

(WWW(англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

### **10.2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle**

– Технология мультимедиа в режиме диалога.

– Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

– Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Библиотека.
2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.
3. Электронная информационно-образовательная среда университета.
4. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видеолекций	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 3
Контрольный тест к модулю 2	0 - 3
Контрольный тест к модулю 3	0 - 3
Контрольный тест к модулю 4	0 - 3
Контрольный тест к модулю 5	0 - 3
Контрольный тест к модулю 6	0 - 3
Контрольный тест к модулю 7	0 - 3
Практическая работа 1	0 - 7
Практическая работа 2	0 - 7
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

БОНУСЫ (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0 - 50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0 - 50

### Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

### Балльная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
Отлично	<b>86 – 100</b>
Хорошо	<b>69 – 85</b>
Удовлетворительно	<b>51 – 68</b>
Неудовлетворительно	<b>менее 51</b>

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

*общепрофессиональные (ОПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ОПК-7	Готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации

*профессиональные (ПК)*

Код компетенции	Наименование и (или) описание компетенции
ПК-4	Готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы
ПК-5	Способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов
ПК-10	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Модуль 1. Роль измерений при контроле и управлении в металлургии и литейном производстве	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 1
2	Модуль 2. Измерение давления	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 2 Практическое занятие 1
3	Модуль 3. Измерение расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 3
4	Модуль 4. Измерение высоких температур	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 4
5	Модуль 5. Измерение механических величин	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 5
6	Модуль 6. Контроль состава и	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 6

	свойств вещества		
7	Модуль 7. Системы дистанционной передачи и преобразования информации	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Контрольный тест 7 Практическое занятие 2
8	Модули 1 - 7	ОПК-7, ПК-4, 5,10	Итоговый контрольный тест. Контрольная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать:</b> ОПК-7, ПК-4, 5,10 способы контроля и измерений таких величин, как расход и количество жидкостей и газов, уровень жидкостей и сыпучих материалов в открытых и закрытых резервуарах, высокие температуры, давление, сила и масса, положение и скорость движения деталей машин и механизмов, состав и свойства вещества в производственных условиях плавки металлов и сплавов, приготовления литейных форм, их заливки и т. п.	Не знает	Знаком с основными методами и способами контроля и измерений физических величин, но не знаком с расходом и количества жидкостей и газов, уровнем жидкостей и сыпучих материалов в открытых и закрытых.	Способен выбрать подходящие способы контроля и измерений таких величин: высокие температуры, давление, сила и масса, но ошибается в контроле состава и свойств вещества в производственных условиях плавки металлов и сплавов.	Знает основные методы и способы контроля и измерений таких величин, как расход и количество жидкостей и газов, но ошибается в методах и способах контроля уровня жидкостей и сыпучих материалов в открытых и закрытых резервуарах.	Знает основные методы и особенности способов контроля и измерений таких величин, как расход и количество жидкостей и газов, уровень жидкостей и сыпучих материалов, положение и скорость движения деталей машин и механизмов, состав и свойства вещества в производственных условиях плавки металлов и сплавов.
Второй этап	<b>Уметь:</b> ОПК-7, ПК-4, 5,10 осуществить оптимальный выбор контрольно-измерительного прибора для измерений в заданных производственных условиях; уверенно ориентироваться в смежных технических областях на основе знаний, полученных из данной и других изученных ранее дисциплин.	Не умеет	Ошибается при выборе контрольно-измерительного прибора для измерений в заданных производственных условиях.	Владеет основами оптимального выбора контрольно-измерительного прибора для измерений технологических параметров, но ошибается в заданных производственных условиях.	Правильно осуществляет оптимальный выбор контрольно-измерительного прибора для измерений в заданных производственных условиях, но ошибается в смежных технических областях на основе знаний, полученных из данной и других изученных ранее дисциплин.	Правильно осуществляет оптимальный выбор контрольно-измерительного прибора для измерений в заданных производственных условиях; уверенно ориентироваться в смежных технических областях на основе знаний, полученных из данной и других изученных ранее дисциплин.

Третий этап	<p><b>Владеть:</b> ОПК-7, ПК-4, 5,10 фундаментальными профессиональными знаниями с тем, чтобы осуществлять рациональное решение при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля над ходом протекания технологических процессов с тем, чтобы получать оперативную информацию, необходимую для управления этими процессами</p>	Не владеет	<p>Частично способен к выбору рационального решения при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля; допускает ошибки в получении оперативной информации, необходимой для управления процессами.</p>	<p>Владеет профессиональными знаниями при выборе рационального решения при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля над ходом протекания технологических процессов, но допускает ошибки при его осуществлении.</p>	<p>Владеет фундаментальными профессиональными знаниями с тем, чтобы осуществлять рациональное решение при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля над ходом протекания технологических процессов, но допускает ошибки в компетентности в области технологических.</p>	<p>Владеет фундаментальными профессиональными знаниями с тем, чтобы осуществлять рациональное решение при комплектации приборно– аппаратного обеспечения контроля над ходом протекания технологических процессов с тем, чтобы получать оперативную информацию, необходимую для управления этими процессами.</p>
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**4. Шкалы оценивания**  
(балльно-рейтинговая система)

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видеолекций	0 - 5
Контрольный тест к модулю 1	0 - 3
Контрольный тест к модулю 2	0 - 3
Контрольный тест к модулю 3	0 - 3
Контрольный тест к модулю 4	0 - 3
Контрольный тест к модулю 5	0 - 3
Контрольный тест к модулю 6	0 - 3
Контрольный тест к модулю 7	0 - 3
Практическая работа 1	0 - 7
Практическая работа 2	0 - 7
<b>КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ</b>	<b>0 - 30</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

**Балльная шкала оценки**

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
Отлично	<b>86 – 100</b>
Хорошо	<b>69 – 85</b>
Удовлетворительно	<b>51 – 68</b>
Неудовлетворительно	<b>менее 51</b>

**5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

**5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу**

Контрольная работа выполняется в виде реферата.

Темы контрольной работы:

1. Общая характеристика средств измерения и их классификация
2. Основные сведения о погрешностях измерения
3. Разновидности давления и единицы его измерения
4. Разновидности приборов для измерения давления
5. Измерение расхода жидкостей и газов методом сужения потока
6. Электрические методы измерения расхода
7. Измерение расхода сыпучих материалов
8. Измерение температуры приборами контактного действия
9. Бесконтактное измерение температуры
10. Измерение уровня жидкостей и сыпучих материалов
11. Измерение силы и массы
12. Контроль положения и скорости деталей машин и механизмов
13. Определение химического состава
14. Определение физических свойств
15. Способы и устройства передачи информации

## 16. Преобразование аналоговых сигналов в цифровые и цифровых в аналоговые

### 5.2. Типовой вариант задания на практическую работу

Работа № 1. Автоматизированное проектирование сужающего устройства для измерения расхода

Работа № 2. Моделирование процесса измерения расхода жидкостей или газов методом сужения потока

### 5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Прибор для измерения вещества следует называть ...?
  - a) расходомером.
  - b) расходомером.
  - c) счётчиком количества.
  - d) интегратором расхода.
2. Манометром следует называть приборы для измерения ...
  - a) полного (абсолютного) давления.
  - b) давления окружающей воздушной атмосферы.
  - c) вакуума.
  - d) избыточного давления.
3. Для измерения небольших давлений применяют манометры ....
  - a) пружинные с трубчатой пружиной.
  - b) мембранные.
  - c) сильфонные.
  - d) жидкостные.
4. Погрешностью измерения называют ...
  - a) ошибку в регистрации результата измерения.
  - b) округление значения показания средства измерения.
  - c) разность между показаниями прибора и истинным значением измеряемой величины.
  - d) разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины.
5. Для измерения абсолютного давления применяют ...
  - a) барометры.
  - b) манометры.
  - c) барометр и манометр. Показания которых суммируют.
  - d) приборы полного давления.
6. Для измерения массы материала на ленте транспортёра используют устройство..
  - a) дифманометр.
  - b) тахогенераторный датчик.
  - c) плотномер сыпучих материалов.
  - d) магнитоанизотропный датчик.

### 6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

6.1 Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.



6.3 Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или