

Карташов Александр Кириллович, преподаватель
ГПОУ «Новокузнецкий техникум строительных технологий и
сферы обслуживания», г.Новокузнецк

Разработка контрольно-оценочных средств по дисциплинам и профессиональным модулям

**Комплект контрольно-оценочных средств учебной дисциплины
«Электрорадиоизмерения»**

1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины Основы телекоммуникаций .

КОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

КОС разработаны на основании положений:

программы подготовки специалистов среднего звена (для групп СПО)

по специальности/профессии 11.02.10 Радиосвязь, радиовещание и телевидение программы учебной дисциплины Электрорадиоизмерения

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)
освоенные умения:
- пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой; - анализировать результаты измерений;
усвоенные знания:
-принципы действия основных электроизмерительных приборов и устройств; - основные методы измерения параметров электрических цепей; -влияние измерительных приборов на точность измерений, автоматизацию измерений;

3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля

Наименование элемента умений, знаний	Виды аттестации	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация

У1. -пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;	+	
У 2.- анализировать результаты измерений;	+	
З 1-принципы действия основных электроизмерительных приборов и устройств;	+	+
З 2- основные методы измерения параметров электрических цепей;	+	+
З 3-влияние измерительных приборов на точность измерений, автоматизацию измерений;	+	+
Итого	5	3

4. Распределение типов контрольных заданий по элементам знаний и умений.

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания				
	31	32	33	У1	У2
Раздел 1. Введение	К				
Раздел 2. Тема 2.1 Аналоговые измерительные приборы	К			Пр	
Раздел 2. Тема 2.2 Цифровые измерительные приборы.	К			Пр	
Раздел 3. Тема 3.1. Измерения напряжения, силы тока, мощности		К		Пр	
Раздел 3. Тема 3.2. Измерительные генераторы		К		Пр	
Раздел 3. Тема 3.3. Акустические измерения		К		Пр	
Раздел 3. Тема 3.4. Измерение фазового сдвига и нелинейных искажений		К	К	Пр	Пр
Раздел 3. Тема 3.5 Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными, полупроводниковыми приборами и интегральными микросхемами		К	К	Пр	Пр
Раздел 4. Тема 4.1. Автоматизация измерений.		К	К	Пр	Пр
Раздел 4. Тема 4.2. Виртуальные приборы.	К	К	К	Пр	Пр

К-контрольные вопросы
Пр-практическое задание

5. Распределение типов и количества контрольных заданий по элементам знаний и умений, контролируемых на промежуточной аттестации.

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания				
	З1	З2	З3	У1	У2
Раздел 1. Введение	К				
Раздел 2. Тема 2.1 Аналоговые измерительные приборы	К				
Раздел 2. Тема 2.2 Цифровые измерительные приборы.	К				
Раздел 3. Тема 3.1. Измерения напряжения, силы тока, мощности		К			
Раздел 3. Тема 3.2. Измерительные генераторы		К			
Раздел 3. Тема 3.3. Акустические измерения		К			
Раздел 3. Тема 3.4. Измерение фазового сдвига и нелинейных искажений		К	К		
Раздел 3. Тема 3.5 Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными, полупроводниковыми приборами и интегральными микросхемами		К	К		
Раздел 4. Тема 4.1. Автоматизация измерений.		К	К		
Раздел 4. Тема 4.2. Виртуальные приборы.	К	К	К		

К-контрольные вопросы
 Пр-практическое задание

6. Структура контрольного задания

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ

6.1. Текущий контроль

Задания текущего контроля состоят из контрольных вопросов по темам дисциплины и заданий на практические работы.

В ходе контроля по каждой теме студент должен:

- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить практические работы, содержание которых и требования к ним приведены в методических указаниях по выполнению практических работ.

6.1.1. Текст заданий

Содержание учебного материала по программе УД	Тип контрольного задания	Контрольные вопросы
---	--------------------------	---------------------

<p>Раздел 2. Тема 2.1 Аналоговые измерительные приборы</p>	<p>К</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные блоки аналогового измерительного прибора? 2. На каком принципе основана работа аналогового измерительного прибора? 3. Назовите достоинства и недостатки аналоговых измерительных приборов? 4. Следует ли соблюдать полярность подключения аналогового вольтметра к цепи, в которой протекает постоянный ток? 5. Назовите область использования аналоговых омметров. 6. Каковы принципиальные особенности использования цифровых амперметров и вольтметров? 7. Перечислите основные параметры аналогового сигнала.
<p>Раздел 2. Тема 2.2 Цифровые измерительные приборы.</p>	<p>К</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные блоки цифрового измерительного прибора? 2. На каком принципе основана работа цифрового измерительного прибора? 3. Назовите достоинства и недостатки цифровых измерительных приборов? 4. Следует ли соблюдать полярность подключения цифрового вольтметра к цепи, в которой протекает постоянный ток? 5. Назовите область использования цифровых омметров. 6. Каковы принципиальные особенности использования цифровых амперметров и вольтметров? 7. Перечислите основные параметры импульсного сигнала. 8. В каких случаях в электронном частотомере используют режим измерения временных интервалов?
<p>Раздел 3. Тема 3.1. Измерения напряжения, силы тока, мощности</p>	<p>К</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как включают амперметр в схеме относительно нагрузки? 2. Каким должно быть внутреннее сопротивление амперметра? 3. С какой целью применяют шунты МЭ амперметрах? 4. Условные графические обозначения, наносимые на шкалу прибора. 5. Какая электромеханическая система применяется в качестве индикатора в выпрямительных и термоэлектрических приборах? 6. Назовите недостатки выпрямительных приборов. 7. Составьте схему структурную Измерения напряжения, силы тока, мощности 8. Как Вы понимаете, что такое импульсное значение напряжения? 9. Чем отличается импульсное значение напряжения от действующего? 10. Назначение импульсных вольтметров. 11. Назначение селективных вольтметров.
<p>Раздел 3. Тема 3.2. Измерительные</p>	<p>К</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация измерительных генераторов 2. Генераторы синусоидальных сигналов низкой

генераторы		<p>частоты</p> <p>2.1 Генераторы синусоидальных сигналов основной частоты</p> <p>2.2 Генератор на биениях</p> <p>2.3 Синтезаторы частоты</p> <p>2.4 Цифро-аналоговые генераторы</p> <p>3. Генераторы синусоидальных сигналов высокой частоты и СВЧ - генераторы</p> <p>4. Генераторы импульсов</p>
Раздел 3. Тема 3.3. Акустические измерения	К	<p>1. Какие знаете средства измерений в области физиологической акустики?</p> <p>1. Что собой представляет шумомер?</p> <p>2. Принцип действия шумомера.</p> <p>3. Как устроен шумомер?</p> <p>4. Как и с помощью каких средств измерений осуществляют калибровку шумомеров?</p> <p>5. Перечислите состав аппаратуры для измерения шума.</p> <p>6. Чем отличаются анализатор гармоник и спектрометр друг от друга?</p> <p>7. Из каких блоков состоит анализатор спектра?</p>
Раздел 3. Тема 3.4. Измерение фазового сдвига и нелинейных искажений	К	<p>1. Расскажите, как выполняется измерение фазового сдвига осциллографическим методом, способом линейной развертки.</p> <p>2. В чем заключается преимущество компенсационного метода?</p> <p>3. Расскажите, как работает фазометр с преобразованием фазового сдвига в импульсы тока.</p>
Раздел 3. Тема 3.5 Измерение параметров цепей с сосредоточенными и распределенными постоянными, полупроводниковыми приборами и интегральными микросхемами	К	<p>1. В чем заключается разница между цепями с сосредоточенными и распределенными параметрами?</p> <p>2. По какому критерию цепь относят к классу цепей с распределенными или сосредоточенными параметрами?</p> <p>3. Нарисуйте схему замещения длинной линии.</p> <p>4. Объясните понятия прямой и обратной бегущих волн.</p> <p>5. Что такое согласованный режим работы цепи с распределенными параметрами, чем он характеризуется?</p>
Раздел 4. Тема 4.1. Автоматизация измерений.	К	<p>1. Перечислите основные цели автоматизации измерений.</p> <p>2. Дайте определение автоматизированным средствам измерений.</p> <p>3. Поясните, по каким признакам классифицируют автоматизированные средства измерений.</p> <p>4. Перечислите области применения виртуальных измерительных систем.</p>
Раздел 4. Тема 4.2. Виртуальные приборы.	К	<p>1. Дать понятие виртуальный прибор</p> <p>2. Состав виртуального прибора</p> <p>3. Значение компьютера для измерений</p> <p>4. Структурная схема виртуального прибора</p> <p>5. Преимущества виртуальных приборов</p> <p>6. Основные задачи программного обеспечения</p>

		виртуальных приборов 7. Типы виртуальных приборов 8. Принцип модульного построения измерительной системы 9. Программное обеспечение виртуальных приборов ZETLab
--	--	--

Время на подготовку и ответы на контрольные вопросы

Подготовка _____ мин.;

выполнение (устные ответы на вопросы) _____ часа 10 мин.;

оформление и сдача _____ мин.;

всего _____ часа 10 мин.

Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
3 1-принципы действия основных электро- измерительных приборов и устройств;	Раскрыты понятия. Полный и точный ответ на вопрос	5
3 2- основные методы измерения парамет- ров электрических цепей;	Раскрыты понятия. Ответ полный, но допущены небольшие неточности	4
3 3- влияние измерительных приборов на точность измерений, автоматизацию измерений;	Ответ не является полным, допущены значительные ошибки	3
	Задание выполнено меньше чем на 60%	2

6.2. Практические работы

Практическая работа по теме 2.2

Тема: Цифровые измерительные приборы.

Цель: Изучить характеристики цифровых измерительных приборов.

Контрольные вопросы.

1. Цифровые электроизмерительные приборы.
2. Измерительный механизм. Измерительная цепь.
3. Системы электроизмерительных приборов.
4. Абсолютная погрешность.
5. Относительная погрешность.
6. Приведенная погрешность.
7. Классы точности электроизмерительных приборов.

Практическая работа по теме 3.1.

Тема: Измерения напряжения, силы тока, мощности

Цель работы – познакомиться с устройством, принципом действия электромеханических и цифровых измерительных приборов; научиться проводить измерения тока и напряжения в цепях постоянного, переменного тока.

Оборудование:

- источники постоянного тока,
- генератор периодических сигналов,
- вольтметры,
- амперметры,
- мультиметры,
- макетные платы.

Порядок выполнения работы

Этап 1 – изучите паспортные данные каждого из используемых приборов (обратите внимание на погрешность приборов).

Этап 2 – соберите схему по рисунку, установите на источнике выходное напряжение 0,1 в, ток 0,1 А. Амперметр: режим измерения постоянного тока DCA, предел измерения 200 мА.

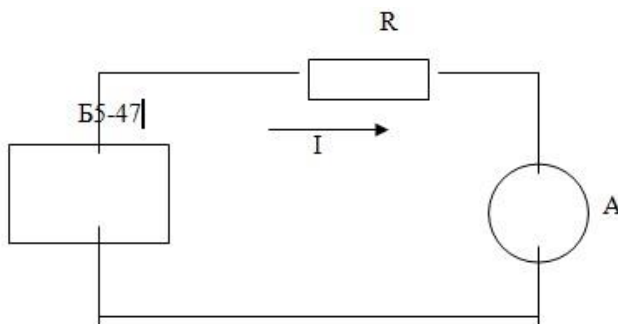


Схема измерения тока:

Б5-47 – источник питания постоянного тока;

R – сопротивление 1 Ом; А – мультиметр М832.

Этап 3 – включите источник Б5-47, запишите показания амперметра $I_{\text{эксп.}}$ и Погрешность измерения тока ΔI в таблицу.

Предел, мА	$I_{\text{эксп.}}$, мА	ΔI , мА	R_A , Ом	I_p , мА
200				
20				
2				

Этап 4 – Переключите предел измерения амперметра на 20 мА, затем на 2 мА и запишите соответствующие значения тока с указанием погрешности. Объясните разницу показаний амперметра.

Этап 5 – Измерьте мультиметром выходное напряжение источника и, зная сопротивление цепи, рассчитайте ток. Сравните расчётные I_p и измеренные $I_{\text{эксп.}}$ значения тока.

Этап 6 – Объясните полученные результаты. Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначены электроизмерительные приборы?
2. Как подключается милливольтметр и миллиамперметр?
3. Как можно произвести измерение тока косвенным методом с использованием вольтметра?

Время на подготовку и выполнение:

выполнение 1 час 30 мин.;

оформление и сдача 30 мин.;

всего 2 час _____ мин.

Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
У 1.-пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой.	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности, качественно и творчески работа выполнена в заданное время,	5(отлично)

2	0,025	0,1	0,25	1	5,5	10	15	25	50	100	200
3	0,05	0,25	1,5	6,5	10,5	20,5	60,5	120	150	180	200
4	0,08	0,16	0,35	0,8	3	6	10	20	40	80	160
5	0,07	0,15	0,6	1,6	2,5	5	8	16	25	60	150

$$G \approx \left| \frac{C2-32}{\dots} \right|$$

Рисунок 1 – Схема измерений для проверки градуировки шкалы частот

Таблица 2 – Результаты выполнения задания 1

Номер варианта	$f_{уст}$, кГц										
	F_d , кГц										
	Δf , кГц										
	Δ , %										

Перечень объектов контроля и оценки

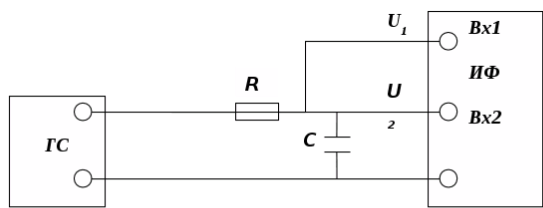
Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
У1. -пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой;	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности, качественно и творчески	5(отлично)
	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности, при выполнении отдельных операций допущены небольшие отклонения;	4(хорошо)
	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с нарушением технологической последовательности, отдельные операции выполнены с отклонением от образца; работа оформлена небрежно или не закончена в срок	3(удов-но)
	студент самостоятельно не справился с работой, технологическая последовательность нарушена, при выполнении операций допущены большие отклонения, работа оформлена небрежно и незавершена	2(неуд-но)

Практическая работа по теме 3.4.

Тема: Измерение фазового сдвига и нелинейных искажений

Цель работы: ознакомление с осциллографическими методами измерения фазового сдвига между двумя синхронными гармоническими напряжениями и получения практического навыка проверки шкалы фазометра с помощью калибратора фазы.

Схема лабораторной установки для интегрирующей фазосдвигающей цепи.

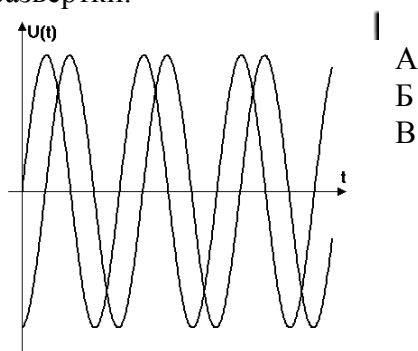


$R=3,3 \text{ кОм}$
 $C=0,047 \text{ мкФ}$

ГС - генератор синусоидального сигнала.

ИФ - измеритель фазового сдвига, в качестве которого может применяться фазометр или осциллограф.

Измерение фазового сдвига двухканальным осциллографом в режиме линейной развертки.



Фазовый сдвиг для каждого измерения равен:

$$\varphi = \frac{AB}{AB} \cdot 360^\circ$$

Заносим наши измерения в таблицу и вычисляем необходимые значения по формулам:

Среднее значение фазового сдвига

Отклонение результата от среднего значения

$$\Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi$$

Среднеквадратическое отклонение

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{\sum [\Delta\varphi_i^2]}{n-1} \right)}$$

Среднеквадратичная погрешность среднего значения $\delta_{cp} = \delta / \sqrt{n}$

Оценка максимальной строчной погрешности

$$M = 3 \cdot \delta_{cp}$$

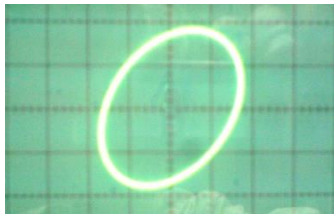
№ п/п	AB, мс	AB, мс	φ_i , град	φ , град	$\Delta\varphi_i$, град	δ , град	δ_{cp} , град	M, град
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	15	72	72	0	0	0	0
2	4	20	72		0			
3	6	30	72		0			
4	8	40	72		0			
5	14	70	72		0			

По результатам вычислений можно записать результат:

$$\varphi = 72^\circ \pm 0$$

Измерение фазового сдвига осциллографом в режиме синусоидальной развертки.

На экране осциллографа в этом режиме мы видим овал. Снимаем показания, заносим в таблицу и производим вычисления.



Фазовый сдвиг для каждого измерения равен $\varphi = \arcsin(AB/CD)$

№ п/п	AB, мм	CD, мм	φ_i , град	φ , град	$\Delta\varphi_i$, град	δ , град	$\delta_{ср}$, град	M, град
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	32	36	62,77	63,51	-0,74	6,20	2,77	8,30
2	16	20	53,16		-10,35			
3	64	70	66,14		2,63			
4	56	60	69,00		5,49			
5	44	48	66,48		2,97			

Наш конечный результат запишем в виде:

$$\varphi_x = \varphi \pm M$$

$$\varphi_x = (63,51 \pm 8,30)^{\circ}$$

Вывод: в результате проведенной работы мы научились пользоваться двухканальным осциллографом в режимах линейной и синусоидальной развертки, определили сдвиг фаз между двумя синхронными гармоническими напряжениями.

Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
---	---------------------------------------	--------

У1. -пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой; У 2.- анализировать результаты измерений;	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности,	5(отлично)
	качественно и творчески работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности,	4(хорошо)
	при выполнении отдельных операций допущены небольшие отклонения; работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с нарушением технологической последовательности,	3(удов-но)
	отдельные операции выполнены с отклонением от образца; работа оформлена небрежно или не закончена в срок студент самостоятельно не справился с работой, технологическая последовательность нарушена, при выполнении операций допущены большие отклонения, работа оформлена небрежно и незавершена	2(неуд-но)

Практическая работа по теме 4.2.

Тема: Виртуальные приборы.

Цель работы:

1. Изучить состав и работу виртуального измерительного прибора
2. Рассмотреть преимущества виртуального измерительного прибора

Задачи работы:

1. По литературе изучить типы виртуальных приборов
2. Изучить программное обеспечение виртуальных приборов и ответить на вопросы

Условия, оборудование: учебная литература

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с предложенным материалом
2. Прочитать контрольные вопросы
3. Найти ответы на контрольные вопросы
4. Письменно ответить на контрольные вопросы
5. Сделать вывод по работе
6. Ознакомиться с критериями оценки
7. Сдать работу преподавателю

Контрольные вопросы

1. Дать понятие виртуальный прибор
2. Состав виртуального прибора.
3. Значение компьютера для измерений
4. Структурная схема виртуального прибора
5. Преимущества виртуальных приборов
6. Основные задачи программного обеспечения виртуальных приборов
7. Типы виртуальных приборов
8. Принцип модульного построения измерительной системы
9. Программное обеспечение виртуальных приборов ZETLab

Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и	Основные показатели оценки	Оценка
----------------------------------	----------------------------	--------

оценки	результата	
У1. -пользоваться контрольно-испытательной и измерительной аппаратурой; У 2.- анализировать результаты измерений;	работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности,	5(отлично)
	качественно и творчески работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением технологической последовательности,	4(хорошо)
	при выполнении отдельных операций допущены небольшие отклонения; работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с нарушением технологической последовательности,	3(удов-но)
	отдельные операции выполнены с отклонением от образца; работа оформлена небрежно или не закончена в срок студент самостоятельно не справился с работой, технологическая последовательность нарушена, при выполнении операций допущены большие отклонения, работа оформлена небрежно и незавершена	2(неуд-но)

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Контрольные вопросы

1. Аналоговый измерительный прибор. Виды измерительных механизмов.
2. Метрологические характеристики аналоговых измерительных приборов.
3. Классы точности измерительных приборов. Условные обозначения на шкалах.
4. Импульсная модуляция. Виды импульсной модуляции.
5. Аналого-цифровой преобразователь. Виды и характеристики АЦП.
6. Помехоустойчивость.
7. Цифровые измерительные приборы. Виды, классификация, основные технические характеристики.
8. Триггеры, счетчики, шифраторы, дешифраторы.
9. Цифроаналоговые преобразователи.
10. Интегральные преобразователи.
11. Основные понятия: сила тока, напряжение и мощность постоянного и переменного тока.
12. Классификация приборов для измерения тока, напряжения, мощности.
13. Цифровые электроизмерительные приборы.
14. Классификация измерительных генераторов.
15. Принцип работы генератора.
16. Аналоговый генератор гармонических колебаний.
17. Генераторы сигналов и генераторы стандартных сигналов.
18. Генераторы инфранизких, низких, высоких и сверхвысоких частот.
19. Цифровые измерительные генераторы.
20. Генераторы шумовых сигналов.
21. Импульсные генераторы. Синтезатор частоты.
22. Акустика. Основные характеристики акустического сигнала.
23. Распространение акустических волн в разных средах.
24. Звукоизоляция и звукопоглощение.

25. Акустоэлектрические преобразователи.
26. Измерение уровней вибрации и шума.
27. Виброшумомер.
28. Аналоговый осциллограф.
29. Принцип работы электронно-лучевой трубки.
30. Запоминающие ЭЛТ. Структурная схема универсального электронного осциллографа.
31. Виды разверток. Получение изображения при различных видах развертки.
32. Синхронизация изображения.
33. Двухлучевые и двухканальные осциллографы. Скоростные и стробоскопические осциллографы.
34. Цифровые осциллографы. Техника измерений осциллографом.
35. Основные понятия временных параметров сигнала: частота, период, интервал времени.

Время на подготовку и выполнение:

Подготовка 10 мин.;

Выполнение:

устные ответы на вопросы билета часа 10 мин.;

всего часа 20 мин.

Перечень объектов контроля и оценки

Наименование объектов контроля и оценки	Основные показатели оценки результата	Оценка
3 1-принципы действия основных электро- измерительных приборов и устройств;	Раскрыты понятия. Полный и точный ответ на вопрос	5
3 2- основные методы измерения парамет- ров электрических цепей;	Раскрыты понятия. Ответ полный, но допущены небольшие неточности	4
3 3-влияние измерительных приборов на точность измерений, автоматизацию измерений;	Ответ не является полным, допущены значительные ошибки	3
	Задание выполнено меньше чем на 60%	2

6.4. Перечень материалов, оборудования и информационных источников, используемых в аттестации

Реализация программы дисциплины требует наличия лаборатории электрорадиоизмерений.

Оборудование лаборатории:

- посадочные места по количеству студентов;
- учебно-методический комплекс дисциплины;
- комплект учебно-наглядных пособий «Электрорадиоизмерения»;
- электрорадиоизмерительные приборы для проведения практических работ (по количеству рабочих мест);
- комплект электрорадиоэлементов, полупроводниковых приборов, ИМС.

Технические средства обучения:

- компьютер, мультимедиапроектор.

6.5 Информационное обеспечение обучения. Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Хрусталева, З. А. Электрические и электронные измерения в задачах, вопросах и упражнениях [Текст]: учебное пособие для студентов среднего профобразования / З. А. Хрусталева, С. В. Парфенов. – М.: Издательский центр «Академия», 2012.

Дополнительные источники:

1. Бузов, Г. А. Защита от утечки информации по техническим каналам [Текст]: учебное пособие / Бузов, Г. А., Калинин С. В., Кондратьев А. В. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012.
2. Нефедов, В. И. Радиоизмерения [Текст]: учебник / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, В.К., Битюков и др.; под ред. В.И. Нефедова. - М.: Высшая школа, 2011.
3. Нефедов, В. И. Радиоизмерения в телекоммуникационных системах [Текст]: учебник / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова и др.; под ред. В.И. Нефедова.- М.: Высшая школа, 2012.