

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Измерительная техника

**Код модуля**  
1146949(2)

**Модуль**  
Проектирование измерительных приборов и  
систем управления

**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	Слесарев Анатолий Иванович	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	физических методов и приборов контроля качества
2	Чайкин Дмитрий Витальевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	физических методов и приборов контроля качества

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Слесарев Анатолий Иванович, Доцент, физических методов и приборов контроля качества
- Чайкин Дмитрий Витальевич, Старший преподаватель, физических методов и приборов контроля качества

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Измерительная техника**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	1
		Отчет по лабораторным работам	1

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Измерительная техника**

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
ОПК-6 -Способен выполнять настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	Д-1 - Внимательно и ответственно относиться к выполнению требований технической документации З-1 - Перечислить основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией З-2 - Объяснить принципы и основные правила и методы настройки технологического оборудования, объектов и	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен

	<p>процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>З-3 - Привести примеры использования цифровых технологий для настройки технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Проводить организацию настройки и настройку технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации</p> <p>П-2 - Осуществлять контроль соответствия имеющейся технической документации и необходимую корректировку основных параметров функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Регулировать основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности в соответствии с имеющейся технической документацией</p> <p>У-2 - Определять основные параметры функционирования технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности для установления соответствия имеющейся технической документации</p> <p>У-3 - Оптимизировать с помощью цифровых технологий настройки</p>	
--	---	--

	технологического оборудования, объектов и процессов в сфере своей профессиональной деятельности по имеющейся технической документации	
ПК-7 -Способен проектировать в соответствии с техническим заданием типовые цифровые и микропроцессорные электронные приборы на схемотехническом и элементном уровнях (Приборостроение)	З-1 - Описывать основные структурные элементы измерительных приборов построенных с использованием микроконтроллеров П-1 - Проектировать приборы контроля с цифровым управлением и их компоненты на схемотехническом уровне	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен
ПК-1 -Способность разрабатывать макеты изделий и их модулей, разрабатывать программные средства, применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения технических характеристик нанообъектов (Наноинженерия)	З-1 - Характеризовать основное используемое технологическое и контрольно-измерительное лабораторное оборудование, и принципы его работы	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен
ПК-4 -Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (Электроника и наноэлектроника)	З-1 - Различать методы и средства измерения параметров и характеристик электронных устройств в целом, отдельных узлов, блоков в процессе изготовления и эксплуатации, а также отдельных электронных компонентов З-2 - Объяснять основы аналоговой, импульсной и цифровой электроники З-3 - Характеризовать физические принципы испытаний и измерений изделий "система в корпусе" и микросборок П-1 - Иметь практический опыт настройки необходимого измерительного оборудования для проведения измерений	Коллоквиум Лабораторные занятия Лекции Отчет по лабораторным работам Экзамен

	<p>П-2 - Осуществлять обоснованный анализ нормативно-технической документации в области проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт оформления отчетную и техническую документацию, протоколы измерений и испытаний элементов и изделий электронной техники</p> <p>У-1 - Выбирать методы сбора, анализа и обобщения научно-технической информации</p> <p>У-2 - Оценивать качество прогнозов изменения электрических характеристик изделий</p> <p>У-3 - Анализировать рынок доступных измерительных датчиков и электронных компонентов</p>	
<p>ПК-5 -Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (Электроника и наноэлектроника)</p>	<p>З-1 - Характеризовать компонентную и элементную базы изделий электроники и наноэлектроники</p> <p>З-4 - Определять эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов и конечных изделий электронной техники</p> <p>П-1 - Проектировать электронные приборы и их компоненты на схемотехническом уровне</p> <p>У-3 - Определять оптимальные методы совершенствования характеристик электрических схем</p> <p>У-4 - Разрабатывать основные функциональные блоки электрической схемы</p>	<p>Коллоквиум</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Экзамен</p>

### 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>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>конспект лекций</i>	7,8	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.2</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.8</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>отчет по лабораторным работам</i>	7,16	50
<i>коллоквиум</i>	7,17	50
<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 – не предусмотрено</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 - не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет</b>		

**Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**

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

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<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

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
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. Цифровой фазометр
  2. Электронно-счетный частотомер
  3. Аналого-цифровой преобразователь
  4. Цифроаналоговый преобразователь
  5. Генератор гармонических колебаний
  6. Помехозащищенность цифровых вольтметров
- LMS-платформа – не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

## Базовый

### 5.2.1. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. Цифровой фазометр
2. Электронно-счетный частотомер
3. Аналого-цифровой преобразователь
4. Цифроаналоговый преобразователь
5. Генератор гармонических колебаний
6. Помехозащищенность цифровых вольтметров

Примерные задания

Цифровой фазометр

1. С использованием временных диаграмм и структурной схемы прибора объяснить принцип измерения фазового сдвига электронно-счетным методом. Каковы источники ошибок?

2. Каковы источники ошибок измерения фазы методом преобразования фазового сдвига во временной интервал?

3. Почему исследуемый фазометр нечувствителен к неидентичности измерительных каналов?

4. Каковы способы повышения точности электронно-счетного фазометра?

5. Каковы причины появления амплитудно-фазовой погрешности?

6. Объясните принцип работы фазового детектора исследуемого фазометра.

7. Как сказывается на параметрах пассивного фазовращателя на RC-цепочках подключение внешней нагрузки?

8. Чем обусловлена погрешности сдвига фазы на  $180^\circ$ ?

Электронно-счетный частотомер

1. Чем определяется погрешность частотомера, в режиме измерения частоты?

2. Почему при измерениях частотомером в области НЧ переходят к режиму измерения периода?

3. Для чего в частотомере предусмотрены переключатели «МЕТКИ ВРЕМЕНИ» и «ВРЕМЯ СЧЕТА»?

4. Как повысить точность измерений в режиме измерения периода?

5. Из каких составляющих складывается погрешность частотомера в режиме

6. При каких соотношениях между составляющими суммарной погрешности в режиме измерения периода не удастся повысить точность измерения: а) за счет уменьшения ТМ, б) увеличения  $n$  и уменьшения ТМ?

7. Какой метод преобразования лежит в основе работы цифрового частотомера: а) в режиме измерения частоты, б) в режиме измерения периода?

8. Перечислите способы расширения диапазона измерений частотомера в область: а) НЧ, б) ВЧ?

9. С чем связаны трудности измерения частотомером: а) инфранизких частот, б) сверхвысоких частот?

Аналого-цифровой преобразователь

1. Объясните работу АЦП кодоимпульсного преобразования.

2. Перечислите основные источники статических и динамических погрешностей АЦП.

3. В скольких тактах процесса уравнивания сигнал D принимает значение «0», если  $U_x=450$  мВ?
  4. Что такое интегральная и дифференциальная нелинейности АЦП?
  5. Каким значениям  $U_0$  по окончании процесса уравнивания соответствует только одно значение «0» сигнала D?
  6. Какому значению  $U_x$  по окончании процесса уравнивания соответствует поочередная смена значений «0» и «1» сигнала D в этом процессе?
  7. Какой результат будет получен на индикаторе по окончании процесса уравнивания, если в этом процессе сигнал D ни разу не принял значения «0»?
- Цифроаналоговый преобразователь
1. Какие типы резистивных матриц наиболее широко используются в современных ЦАП?
  2. Как записывается уравнение преобразования ЦАП, работающего в нормальном двоичном коде?
  3. Какими элементами схемы ЦАП определяются его погрешности?
  4. Что такое дифференциальная и интегральная нелинейности ЦАП?
  5. Как определяется быстродействие ЦАП?
  6. Каковы причины влияния нагрузки на результат преобразования ЦАП?
  7. Что такое «время установления» ЦАП?
  8. Каковы причины сдвига нуля характеристики преобразования, нелинейности преобразования?
- Генератор гармонических колебаний
1. Сформулируйте требования к корням характеристического уравнения устойчивой и неустойчивой колебательной системы.
  2. Как по коэффициентам уравнения цепи можно оценить ее устойчивость в состоянии покоя?
  3. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.
  4. Какие параметры схемы определяют частоту генерации RC-генератора?
  5. Чем обеспечивается синусоидальная форма генерируемых колебаний?
  6. Каков вид АЧХ и ФЧХ моста Вина?
  7. В чем заключается принцип стабилизации частоты генератора кварцем?
  8. Как зависит полоса захватывания от амплитуды внешнего сигнала?
- Помехозащищенность цифровых вольтметров
1. Найдите наименьшее наихудшее значение частоты помехи, если длительность первого такта интегрирования составляет 20, 40 и 80 мс.
  2. Как построить асимптотическую ЛАЧХ КОВ(f), если известны КОВ( $f_1$ ) и КОВ( $f_2$ ), где  $f_1$  – известная частота?
  3. Определите наихудшее значение  $\varphi$  для частот 20, 60 и 90 Гц, если длительность первого такта интегрирования составляет 40 мс.
  4. Как соотносятся между собой величина КОВ и быстродействие ЦВ?
  5. Способы защиты от помех общего и нормального вида.
  6. Какие способы пригодны для защиты от синусоидальных помех обоих видов?
  7. Что покажет аналоговый электронный вольтметр в схеме на рис. 6.14, если значение ЭДС генератора G составляет 10 В и известно, что КОВ = 140 дБ, а емкость между зажимом «0» и корпусом цифрового прибора составляет 10 пФ?

8. Объясните принцип аналого-цифрового преобразования в вольтметре с двухтактным интегрированием. Как соотносятся времена интегрирования в первом и втором такте между собой, какие требования предъявляются к их стабильности?

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.2. Отчет по лабораторным работам**

Примерный перечень тем

1. Цифровой фазометр
2. Электронно-счетный частотомер
3. Аналого-цифровой преобразователь
4. Цифроаналоговый преобразователь
5. Генератор гармонических колебаний
6. Помехозащищенность цифровых вольтметров

Примерные задания

Задание по лабораторной работе №1. Цифровой фазометр

Изучить методы измерения фазовых сдвигов с использованием цифровых приборов. Ознакомиться со схематехникой цифровых фазометров, научиться определять их основные погрешности.

Задание по лабораторной работе №2. Электронно-счетный частотомер

Изучить устройство и принцип работы цифровых частотомеров, познакомиться с методами импульсного и частотно-импульсного аналого-цифрового преобразования. Приобрести практические навыки работы с цифровым частотомером и умение определять его основные метрологические характеристики.

Задание по лабораторной работе №3. Аналого-цифровой преобразователь

Изучить устройство и принцип работы АЦП кодоимпульсного преобразования. Приобрести практические навыки работы с АЦП и умение определять и анализировать метрологические характеристики АЦП кодоимпульсного преобразования.

Задание по лабораторной работе №4. Цифроаналоговый преобразователь

Изучить принцип работы и основные параметры цифроаналоговых преобразователей. Приобрести практические навыки измерения основных параметров ЦАП

Задание по лабораторной работе №5. Генератор гармонических колебаний

Познакомиться с принципами построения измерительных генераторов гармонических колебаний и методами стабилизации их частоты. Исследовать условия самовозбуждения и стационарного режима RC-генератора. Приобрести практические навыки анализа устойчивости устройств автоматического регулирования.

Задание по лабораторной работе №6. Помехозащищенность цифровых вольтметров

Расширить и закрепить теоретические сведения о помехозащищенности интегрирующих цифровых вольтметров. Приобрести практические навыки проведения измерений в условиях действия помех.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Определение цифрового измерительного прибора. Методы кодирования аналоговых сигналов.
2. Теорема Котельникова: физическая интерпретация, практическое применение.
3. Измерение изменяющихся во времени аналоговых сигналов.
4. Качественные показатели цифровых измерительных приборов. Основные погрешности цифрового преобразования.
5. Основные типы цифровых индикаторов. Физические основы методов индикации, качественные показатели приборов.
6. Дешифраторы для цифровых индикаторов, синтез дешифраторов.
7. Цифровые частотомеры, основные погрешности измерений в режиме измерения частоты.
8. Цифровой частотомер в режиме измерения периода, основные погрешности преобразования.
9. Способы расширения диапазона цифрового частотомера в область низких частот.
10. Способы расширения диапазона цифрового частотомера в область высоких частот.
11. Методы измерений фазовых сдвигов. Основные погрешности.
12. Фазометры мгновенного и среднего значения. Способы снижения погрешностей.
13. Классификация цифровых вольтметров. Входные устройства вольтметров.
14. АЦП для вольтметров с линейной разверткой.
15. АЦП для вольтметров с двухтактным интегрированием.
16. Статическая и динамическая индикации в измерительных приборах.
17. АЦП для частотно-импульсных вольтметров.
18. АЦП для кодоимпульсных вольтметров.
19. Помехозащищенность цифровых вольтметров.
20. Помехи нормального и общего вида. Способы защиты от помех, коэффициент подавления.
21. Цифроаналоговые преобразователи. Типы резистивных матриц.
22. Основные погрешности ЦАП и способы их снижения.
23. Информационно-измерительные системы (ИИС): основные структуры, обобщённая схема ИИС.
24. Интерфейсы информационно-измерительных систем. Интерфейс КОП: структура, характеристики, протокол обмена сигналами.
25. Интерфейс РХИ: общие характеристики, структура, протокол обмена сигналами.  
LMS-платформа – не предусмотрена

#### 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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических	Технология самостоятельной работы	ОПК-1	Д-1	Лабораторные занятия Отчет по лабораторным работам

	целях				
--	-------	--	--	--	--