

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

**Наименование образовательной программы: Вычислительно-измерительные системы**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Цифровые измерительные приборы**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Серов Н.А.
	Идентификатор	R708da564-SerovNA-06ab7859

(подпись)

Н.А. Серов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Желбаков И.Н.
	Идентификатор	R839a3a63-ZhelbakovIgN-f73624c

(подпись)

И.Н.

Желбаков

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности

ИД-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем

2. ПК-4 Способен анализировать состояние средств измерений в организации, внедрение в процессы производства необходимых средств измерений и стандартных образцов и методик измерений

ИД-1 Демонстрирует знание требований к эталонным средствам измерений

ИД-2 Проводит калибровочные процедуры измерительных систем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольное задание 1 (Контрольная работа)
2. Контрольное задание 2 (Контрольная работа)
3. Контрольное задание 3 (Контрольная работа)
4. Контрольное задание 4 (Контрольная работа)
5. Контрольное задание 5 (Контрольная работа)
6. Контрольное задание 6 (Контрольная работа)
7. Контрольное задание 7 (Контрольная работа)
8. Контрольное задание 8 (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторной работы 43 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы 44 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы 45 (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы 46 (Коллоквиум)
5. Защита лабораторной работы 47 (Коллоквиум)

### БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Общие сведения о цифровых измерительных приборах (ЦИП). Метрологические характеристики.					

Общие сведения о цифровых измерительных приборах (ЦИП). Метрологические характеристики.	+			
Системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных приборах (ЦИП). Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ).		+		
ЦИП для измерения временных характеристик сигналов				
Цифровые частотомеры			+	
Цифровые периодомеры			+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %									
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13
	Срок КМ:	4	8	12	14	14	14	14	14	14
Цифровые вольтметры, их структуры и основные звенья										
Цифровые вольтметры (ЦВ)	+							+		
Цифровые осциллографы (ЦО)										
Цифровые осциллографы (ЦО)		+								+
Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП)										
Основные принципы построения АЦП и ЦАП						+				
Основные характеристики ЦАП и АЦП. Устройства выборки и хранения (УВХ).				+	+		+		+	
Вес КМ:	10	10	10	10	10	10	15	15	10	10

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем	Знать: принцип действия и особенности устройств выборки и хранения частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования аналого-цифровое преобразование по методу последовательного приближения системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных Уметь: применять методики исследования цифровых измерительных приборов в статическом и динамическом режимах для проверки правильности их работы	Контрольное задание 2 (Контрольная работа) Контрольное задание 3 (Контрольная работа) Контрольное задание 8 (Контрольная работа) Защита лабораторной работы 43 (Коллоквиум) Защита лабораторной работы 44 (Коллоквиум)
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание требований к эталонным средствам	Знать: метрологические характеристики цифровых	Контрольное задание 1 (Контрольная работа) Контрольное задание 4 (Контрольная работа)

	измерений	периодомеров особенности метрологических характеристик цифровых измерительных приборов	
ПК-4	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Проводит калибровочные процедуры измерительных систем	Знать: построение и основные характеристики цифровых осциллографов основные принципы построения ЦАП и АЦП помехозащищенность цифровых вольтметров Уметь: проводить калибровочные процедуры цифровых измерительных приборов	Контрольное задание 5 (Контрольная работа) Контрольное задание 6 (Контрольная работа) Контрольное задание 7 (Контрольная работа) Защита лабораторной работы 45 (Коллоквиум) Защита лабораторной работы 46 (Коллоквиум) Защита лабораторной работы 47 (Коллоквиум)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

### КМ-1. Контрольное задание 1

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

#### Краткое содержание задания:

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “1 Общие сведения о цифровых измерительных приборах (ЦИП). Метрологические характеристики.” раздела 1. Задание содержит 3 вопроса.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности метрологических характеристик цифровых измерительных приборов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Общий отличительный признак ЦИП</li><li>2.Формы нормирования предельно допустимых погрешностей ЦИП</li><li>3.Аддитивная погрешность ЦИП</li><li>4.Мультипликативная погрешность ЦИП</li><li>5.Погрешность линейности ЦИП</li><li>6.Погрешность линейности ЦИП</li><li>7.Погрешность квантования ЦИП</li><li>8.Какие выводы делаются после проведения поверки средств измерений?</li><li>9.Диапазон измерения ЦИП</li><li>10.Чувствительность ЦИП</li><li>11. Быстродействие ЦИП</li></ol>
--	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные. Незначительные погрешности в представлении результатов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

### КМ-2. Контрольное задание 2

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “Системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных приборах (ЦИП). Цифровые отсчетные устройства (ЦОУ). Задание содержит 3 вопроса.”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: системы кодирования, применяемые в цифровых измерительных	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Двоичные и двоично-десятичные коды</li><li>2. Преобразователь двоичного кода в десятичный</li><li>3. Преобразователь двоично-десятичного кода в десятичный</li><li>4. Типы цифровых отсчетных устройств ЦИП</li><li>5. Установка нулевого уровня в ЦИП</li><li>6. Калибровка ЦИП</li><li>7. Внесение поправок в результаты измерений ЦИП</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные.*

*Незначительные погрешности в представлении результатов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

### **КМ-3. Контрольное задание 3**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “1 Цифровые частотомеры.” раздела 2. Задание содержит 3 вопроса.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: применять методики исследования цифровых	1. Почему время счёта и количество усредняемых периодов в ЦЧ задаются, как $10^k$ в степени $k$ ?
---	---



<p>измерительных приборов в статическом и динамическом режимах для проверки правильности их работы</p>	<p>2. Почему с уменьшением частоты сигнала возрастает погрешность измерения этой частоты и уменьшается погрешность измерения периода этого сигнала?</p> <p>3. Что будет показывать идеальный ЦЧ, если на вход подана частота 12345,6789 Гц, а время установлено 12,5 мс?</p> <p>4. ЦОУ частотомера имеет 7 декад. Выберите значение времени счета (из ряда: 0,001 с; 0,01 с; 0,1 с; 1 с; 10 с), которое обеспечит минимальную погрешность измерения частоты <math>f_x = 2</math> МГц.</p> <p>5. Предельное значение составляющей относительной погрешности частотомера, обусловленной неточностью и нестабильностью частоты следования импульсов на выходе ГОЧ, равняется 0,0005 %. Требуется измерить частоту <math>f_x = 200</math> кГц с относительной погрешностью, предельное значение которой не превышает 0,001 %. Выберите минимально необходимое для этого время счета из ряда: 0,001 с; 0,01 с; 0,1 с; 1 с; 10 с.</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные.*

*Незначительные погрешности в представлении результатов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

**КМ-4. Контрольное задание 4**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “2 Цифровые периодомеры.” раздела 2. Задание содержит 3 вопроса.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: метрологические характеристики цифровых периодомеров</p>	<p>1. Структурная схема цифрового периодомера. 2. Основные источники погрешностей цифрового периодомера.</p>
--	--

	<p>3. Какое максимальное значение принимает погрешность дискретности цифрового периодомера?</p> <p>4. Возможно ли использовать цифровой периодомер для измерения периода несинусоидального сигнала?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

**8 семестр**

**КМ-5. Контрольное задание 5**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “ Цифровые вольтметры (ЦВ)” раздела 3. Задание содержит 3 вопроса.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: помехозащищенность цифровых вольтметров</p>	<p>1. Цифровой вольтметр: назначение, структура. Различия АЦП и ЦВ.</p> <p>2. Цифровой вольтметр с двухтактным интегрированием: принцип действия, основные свойства.</p> <p>3. Автоматическая коррекция смещения нулевого уровня.</p> <p>4. Помехозащищённость ЦВ. Источники помех и эквивалентные схемы. Количественная оценка помехозащищённости цифровых вольтметров.</p>
<p>Уметь: проводить калибровочные процедуры цифровых измерительных приборов</p>	<p>1. Цифровой вольтметр класса 0,025/0,01 имеет диапазон измерения от 0 до 1,5В. В каком диапазоне значений измеряемого напряжения абсолютная погрешность вольтметра не превышает +300мкВ. в нормальных условиях? Нарисуйте график зависимости этой погрешности от значения</p>

измеряемого напряжения.

2. Дано:

ЦВ двухтактного интегрирования.

Диапазон  $U_{вх}$ :  $\pm 1,19\ 999\ В$ ;

Опорное напряжение  $U_0 = \pm 10\ В$ ;

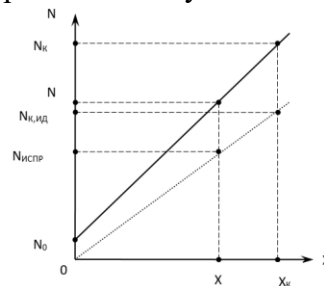
Частота импульсов генератора  $f = 0,5\ МГц$ ;

Параметры RC-цепочки в интеграторе:  $R = 240\ кОм$ ,

$C = 1\ мкФ$ .

Найти:  $|u(t_2)|_{max}$  – наибольшее значение модуля напряжения  $u(t_2)$  при  $|U_{вх}| = |U_{вх}|_{max}$ .

Примечание: погрешности не учитывать.



Обозначения:

$N_0$  – число, записанное в память при  $X = 0$ ;

$N_k$  – число, записанное в память при  $X = X_k$  (калибровочное значение);

$N_{к,ид}$  – идеальное  $N_k$ , хранимое в памяти;

$N_{испр}$  – исправленное число.

3.  $N_{испр} = ?$

Figure 1 Выведите формулу для получения исправленного результата измерения с внесением поправки в цифровой результат.

4.1) Дано:

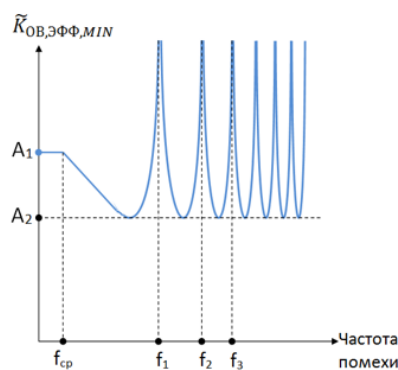
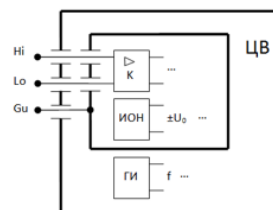
ЦВ двухтактного интегрирования.

$A_1 = 180\ дБ$ ;  $A_2 = 120\ дБ$ ;

$\omega_{ср} = 0,1\ рад/с$ ;  $U_0 = 10\ В$ ;  $K = 10$

Показания: «0.68105 V»

Найти:  $f = ?$ ;  $f_3 = ?$



Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Все ответы верные и точные.  
Незначительные погрешности в представлении результатов

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Один из ответов неверный.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Два ответа неверные.

#### **КМ-6. Контрольное задание 6**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

#### **Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “1 Цифровые осциллографы (ЦО)” раздела 4. Задание содержит 3 вопроса.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: построение и основные характеристики цифровых осциллографов	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Цифровой осциллограф: назначение, структура, принцип действия, достоинства по сравнению с аналоговым осциллографом.</li><li>2.Характеристики цифровых осциллографов. Взаимосвязь с параметрами измерительного сигнала.</li><li>3. Особенности построения функциональных узлов ЦО.</li><li>4.Курсорные и автоматические измерения.</li><li>5. Дискретное преобразование Фурье.</li></ol>
--	---

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Все ответы верные и точные.  
Незначительные погрешности в представлении результатов

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Один из ответов неверный.

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Два ответа неверные.

#### **КМ-7. Контрольное задание 7**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “1 Основные принципы построения ЦАП и АЦП” раздела 5. Задание содержит 3 вопроса.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные принципы построения ЦАП и АЦП	<ol style="list-style-type: none"><li>1. АЦП поразрядного уравнивания с резистивными цепочками: структура, принцип действия.</li><li>2. Параллельные АЦП: структура, принцип действия.</li><li>3. Двухшаговые АЦП: структура, принцип действия.</li><li>4. Конвейерные АЦП: структура, принцип действия.</li><li>5. Почему ЦАП, выходным сигналом которых является напряжение, могут быть точнее, чем ЦАП, выходным сигналом которых является ток?</li></ol>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные.*

*Незначительные погрешности в представлении результатов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

### **КМ-8. Контрольное задание 8**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие предназначено для оценки достижения обучающимися части запланированных результатов обучения по дисциплине и этапа формирования запланированной компетенции. Проверка выполняется в течении 3 дней с момента сдачи работы студентом.

**Краткое содержание задания:**

Контрольное мероприятие направлено на оценку освоения компетенций по вопросам, связанным с темой “2 Основные характеристики ЦАП и АЦП. Устройства выборки и хранения (УВХ).” раздела 5. Задание содержит 3 вопроса.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: принцип действия и	1. Статические погрешности ЦАП и АЦП.
---------------------------	---------------------------------------

особенности устройств выборки и хранения	2.Динамические характеристики ЦАП и АЦП. 3.Выходное сопротивление ЦАП и входной импеданс АЦП. 4. Суперпозиционное свойство ЦАП и АЦП. 5.Принцип действия и схемы УВХ. Применение УВХ.
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Все ответы верные и точные.*

*Незначительные погрешности в представлении результатов*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Один из ответов неверный.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Два ответа неверные.*

**КМ-9. Защита лабораторной работы 43**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№43. Аналого-цифровое преобразование по методу последовательного приближения". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

**Краткое содержание задания:**

Студент получает задание из двух вопросов: один на знание и один на умения.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: аналого-цифровое преобразование по методу последовательного приближения	1.Принцип действия АЦП последовательного приближения 2.Структурная схема АЦП последовательного приближения 3.Достоинства и недостатки АЦП последовательного приближения 4.Источники погрешностей АЦП последовательного приближения 5.Метрологические характеристики современных АЦП последовательного приближения
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

### **КМ-10. Защита лабораторной работы 44**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 15**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№44. Частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

#### **Краткое содержание задания:**

Студент получает задание из двух вопросов: один на знание и один на умения.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: частотно-импульсный метод аналого-цифрового преобразования	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Принцип действия АЦП частотно-импульсного метода</li><li>2. Структурная схема АЦП частотно-импульсного метода</li><li>3. Достоинства и недостатки АЦП частотно-импульсного метода</li><li>4. Источники погрешностей АЦП частотно-импульсного метода</li><li>5. Метрологические характеристики современных АЦП частотно-импульсного метода</li></ol>
---	--

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-11. Защита лабораторной работы 45

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№45. Исследование помехозащищённости интегрирующих цифровых измерительных приборов". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

#### Краткое содержание задания:

Студент получает задание из двух вопросов: один на знание и один на умения.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: помехозащищённость цифровых вольтметров	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Помехи нормального и общего вида</li><li>2. Способы ослабления влияния помех на результат измерения</li><li>3. Частотная зависимость коэффициента подавления помехи нормального вида интегрирующим ЦИП при «наихудшем» фазовом сдвиге</li><li>4. Система экранирования ЦИП для защиты от помех общего вида</li><li>5. Схема преобразователя сопротивления в напряжение с двухпроводным и четырёхпроводным включением</li></ol>
Уметь: проводить калибровочные процедуры цифровых измерительных приборов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Рассчитайте максимально допустимое значение напряжения, измеряемого вольтметром V2 в схеме рис. 11,а, которое можно устанавливать при выполнении пункта № 1 задания, если на вольтметре V1 выбран диапазон 10 В.</li><li>2. Почему при выполнении эксперимента по схеме рис. 11,б (пункт № 2 задания) нельзя поменять местами провода, присоединяемые к выводам «С» и «О» вольтметра V1?</li><li>3. Как по результатам выполнения пункта № 4 задания рассчитать значение ёмкости между выводом «О» прибора В7-23 и его корпусом?</li><li>4. В схеме рис 11,г <math>R1 \approx R3 \approx 5 \text{ МОм}</math>; <math>R2 \approx 60 \text{ кОм}</math>. Как подключить вольтметр V1, чтобы при равновесии моста влияние помехи, создаваемой генератором Г, было минимальным?</li></ol>

#### Описание шкалы оценивания:



Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-12. Защита лабораторной работы 46

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№46.Цифровой частотомер". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

#### Краткое содержание задания:

Студент получает задание из двух вопросов: один на знание и один на умения.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные принципы построения ЦАП и АЦП	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Принцип действия цифрового частотомера</li><li>2.Структурная схема цифрового частотомера</li><li>3.Достоинства и недостатки цифрового частотомера</li><li>4.Источники погрешностей цифрового частотомера</li><li>5.Метрологические характеристики современных цифровых частотомеров</li><li>6.Структура цифрового частотомера в режиме измерения периода</li><li>7.Структура цифрового частотомера в режиме измерения отношения двух частот</li><li>8.Структура цифрового частотомера в режиме суммирования</li></ol>
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### **КМ-13. Защита лабораторной работы 47**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты выполняют индивидуальное задание по лабораторной работе "№47. Цифровой осциллограф". На основании полученных экспериментальных данных подготавливается и предоставляется на защиту отчет о выполнении работы. В рамках защиты оценивается правильность полученных результатов, корректность записи ответов и выводов. Кроме того, оценивается полнота ответов на теоретические и практические вопросы. Защита проводится одним преподавателем. Время защиты составляет не более 15 минут на одного человека. На защиту представляется выполненный индивидуальный отчет.

**Краткое содержание задания:**

Студент получает задание из двух вопросов: один на знание и один на умения.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: построение и основные характеристики цифровых осциллографов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Структура и принцип действия цифрового осциллографа</li><li>2. Чем курсорные измерения в цифровом осциллографе лучше и чем хуже автоматических?</li><li>3. Как изменяется картина спектра на экране цифрового осциллографа полученная путём быстрого преобразования Фурье, при изменении масштаба по горизонтали во временном окне?</li><li>4. Как Вы понимаете фразу из технического описания цифрового осциллографа: «Глубина памяти – 10 экранов»?</li><li>5. Как Вы понимаете слова «предыстория сигнала» применительно к цифровым осциллографам?</li><li>6. Какова «глубина памяти» цифрового осциллографа TDS 1002, выраженная в «числе экранов»?</li></ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*  
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется  
если задание преимущественно выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ	Экзаменационный билет № 3	Утверждаю: Зав. кафедрой
	ЦАП	20.05.21
	ИВТИ	

ЦАП с одинаковыми источниками тока на транзисторах во всех разрядах и резистивной петлей R-2R в качестве делителя токов. Схема, принцип действия, функция преобразования.

Испытания АЦП показали, что отношение сигнал / шум составляет 80 дБ (Signal-to-Noise Ratio, SNR), а суммарное гармоническое искажение составляет -80 дБ (Total Harmonic Distortion, THD). Найдите число эффективных бит данного АЦП по результатам этих испытаний.

АКТИВ

## Процедура проведения

Студент готовит письменно задания, указанные в билете. Затем устно отвечает. Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочими программами дисциплины и раздаточным материалом, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой. Минимальное время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу должно составлять 60 минут. По истечении этого времени студент обязан быть готовым к ответам.

## 1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Демонстрирует знание методов анализа и синтеза линейных и нелинейных электрических, электронных, цифровых систем

### Вопросы, задания

1. Основные характеристики ЦАП: диапазон измерения, чувствительность, инструментальные погрешности (формы нормирования), быстродействие.
2. Цифровой частотомер в режиме измерения частоты. Принцип действия. Источники погрешности.
3. Цифровой частотомер в режиме измерения периода. Принцип действия. Источники погрешности.
4. Помехи общего вида. Источники помех и эквивалентные схемы. Количественная оценка помехозащищённости.
5. Помехи нормального вида. Источники помех и эквивалентные схемы. Количественная оценка помехозащищённости.
6. Способы борьбы с помехами общего вида.
7. Способы борьбы с помехами нормального вида.
8. АЦП двухтактного интегрирования.
9. Основные характеристики ЦАП. Диапазон измерения. Чувствительность. Погрешность квантования.

10. Способы расширения диапазона измерения частоты в цифровом частотомере.
11. Инструментальные погрешности: аддитивная, мультипликативная, погрешности линейности.
12. Коды, применяемые в ЦИП, ЦАП и АЦП.
13. Автоматическая коррекция смещения нулевого уровня.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Относительная мультипликативная погрешность ЦИП зависит?

Ответы:

1. Не зависит от измеряемой величины
2. Зависит от измеряемой величины линейно
3. Зависит от измеряемой величины нелинейно

Верный ответ: 1. Не зависит от измеряемой величины

2. Погрешность интегральной линейности ЦИП зависит?

Ответы:

1. Не зависит от измеряемой величины
2. Зависит от измеряемой величины линейно
3. Зависит от измеряемой величины нелинейно

Верный ответ: 3. Зависит от измеряемой величины нелинейно

3. Погрешность дифференциальной линейности ЦИП зависит?

Ответы:

1. Не зависит от измеряемой величины
2. Зависит от измеряемой величины линейно
3. Зависит от измеряемой величины нелинейно

Верный ответ: 3. Зависит от измеряемой величины нелинейно

4. Цифровой вольтметр класса 1,0/0,5, диапазон измерений 10В. Отсчет измеряемого значения 5,00В. Каково значение предельно-допустимой абсолютной погрешности?

Ответы:

1. 0,10 В
2. 0,050 В
3. 0,075 В
4. 0,025 В

Верный ответ: 3. 0,075 В

5. Цифровой вольтметр класса 1,0/0,5, диапазон измерений 10В. Отсчет измеряемого значения 5,00В. Каково значение предельно-допустимой относительной погрешности?

Ответы:

1. 2,0%
2. 1,0%
3. 1,5%
4. 0,50 %

Верный ответ: 3. 1,5%

6. С какой целью используют косвенное измерение частоты (измерением периода) цифровым частотомером низкочастотных сигналов?

Ответы:

1. Для сигналов несинусоидальной формы
2. Для ускорения получения результата с заданной погрешностью
3. Для уменьшения влияния нестабильности времени измерения

Верный ответ: 2. Для ускорения получения результата с заданной погрешностью

7. Каково различие диапазона измерений и диапазона показаний?

Ответы:

1. Нет различия, они всегда совпадают
2. Диапазон измерений может быть шире диапазона показаний

3. Диапазон измерений может быть уже диапазона показаний  
Верный ответ: 3. Диапазон измерений может быть уже диапазона показаний

8. Для каких целей используют микропроцессор в цифровых приборах?

Ответы:

1. Для повышения входного сопротивления
2. Для повышения быстродействия
3. Для повышения точности
4. Для организации управления цифровым вольтметром

Верный ответ: 3. Для повышения точности 4. Для организации управления цифровым вольтметром

9. Входное сопротивление цифрового вольтметра влияет на общую погрешность результата измерения?

Ответы:

1. Никогда не влияет
2. Влияет при наличии сопротивления в измерительной цепи
3. Влияет при высоком быстродействии цифрового вольтметра

Верный ответ: 2. Влияет при наличии сопротивления в измерительной цепи

10. При повышении быстродействия цифрового прибора изменяется его чувствительность?

Ответы:

1. Нет
2. Чувствительность увеличивается
3. Чувствительность уменьшается

Верный ответ: 3. Чувствительность уменьшается

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-4 Проводит калибровочные процедуры измерительных систем

### **Вопросы, задания**

1. ЦИП с микропроцессорами. Коррекция погрешностей.

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

### **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и аттестационной составляющих

## 8 семестр

### Форма промежуточной аттестации: Экзамен

#### Пример билета

МЭИ	Экзаменационный билет № 7 Кафедра ДИП	Утверждаю: Зав. кафедрой
	ЦПП	20.05.21
	ИВТИ	
1. Структура и принцип действия цифрового осциллографа. 2. Определите двоичный код на выходе АЦП поразрядного уравнивания при подаче на его вход какого-либо напряжения при идеальных звеньях УС и ЦАП.		

#### Процедура проведения

Студент готовит письменно задания, указанные в билете. Затем устно отвечает. Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочими программами дисциплины и раздаточным материалом, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой. Минимальное время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу должно составлять 60 минут. По истечении этого времени студент обязан быть готовым к ответам.

#### ***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание требований к эталонным средствам измерений

#### **Вопросы, задания**

1. Последовательно-параллельные АЦП.
2. Конвейерные АЦП.
3. Суперпозиционное свойство ЦАП и АЦП.
4. Динамические характеристики ЦАП и АЦП. Выходное сопротивление ЦАП и входной импеданс АЦП.
5. Устройства выборки и хранения: принцип действия и схемы, характеристики, применение.
6. АЦП поразрядного уравнивания на конденсаторах: структура, принцип действия, преимущества.
7. Двухшаговые АЦП: смысл, структура, принцип действия, точность, быстродействие.
8. Коррекция аддитивных и мультипликативных погрешностей АЦП двухтактного интегрирования

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Каково типичное быстродействие АЦП в цифровых осциллографах?

Ответы:

- 1.0,1 ГГц

- 2.1 ГГц
- 3.10 ГГц
- 4.100 ГГц

Верный ответ: 2. 1 ГГц

2. Зачем нужны курсорные измерения в цифровых осциллографах?

Ответы:

- 1. Для уменьшения погрешности отсчитывания
- 2. Для исключения влияния температуры
- 3. Для уменьшения загрузки центрального процессора цифрового осциллографа

Верный ответ: 1. Для уменьшения погрешности отсчитывания

3. Основное достоинство параллельных АЦП

Ответы:

- 1. Высокая точность
- 2. Высокое быстродействие
- 3. Низкая стоимость

Верный ответ: 2. Высокое быстродействие

4. Основное достоинство интегрирующих АЦП

Ответы:

- 1. Высокая точность
- 2. Высокое быстродействие
- 3. Низкая стоимость

Верный ответ: 1. Высокая точность

5. Интегрирующий АЦП имеет интервал интегрирования 10 мс. Возможно ли подавление помехи 50 Гц этим АЦП?

Ответы:

- 1. Да, возможно
- 2. Нет, подавление такой помехи невозможно
- 3. Подавление помехи зависит от быстродействия центрального процессора

Верный ответ: 2. Нет, подавление такой помехи невозможно

6. Интегрирующий АЦП имеет интервал интегрирования 100 мс. Возможно ли подавление помехи 50 Гц этим АЦП?

Ответы:

- 1. Да, возможно
- 2. Нет, подавление такой помехи невозможно
- 3. Подавление помехи зависит от быстродействия центрального процессора

Верный ответ: 1. Да, возможно

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-4</sub> Проводит калибровочные процедуры измерительных систем

### Вопросы, задания

- 1. Структура и принцип действия цифрового осциллографа.
- 2. Чем курсорные измерения в ЦО лучше и чем хуже автоматических?
- 3. Основные характеристики ЦАП и АЦП. Количество двоичных разрядов. Статические погрешности ЦАП.
- 4. Основные принципы построения ЦАП с резистивными цепочками.
- 5. АЦП поразрядного уравнивания с резистивными цепочками.
- 6. Параллельные АЦП.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1. Возможно ли проявление погрешности дифференциальной нелинейности в АЦП поразрядного уравнивания ?



Ответы:

- 1.Нет
- 2.Да

3.Зависит от разрядности АЦП

Верный ответ: 2.Да

2.Зачем применяют в АЦП устройства выборки и хранения?

Ответы:

- 1.Для измерения значения сигнала в конкретный момент времени
- 2.Для уменьшения погрешности взаимодействия
- 3.Для исключения влияния помех

Верный ответ: 1.Для измерения значения сигнала в конкретный момент времени

3.Основной недостаток параллельных АЦП

Ответы:

- 1.Сложность
- 2.Низкое быстродействие
- 3.Невозможна реализация в интегральном исполнении

Верный ответ: 1.Сложность

4.Возможно ли проявление погрешности дифференциальной нелинейности в параллельных АЦП ?

Ответы:

- 1.Нет
- 2.Да

3.Зависит от разрядности АЦП

Верный ответ: 2.Да

5.Возможно ли проявление погрешности дифференциальной нелинейности в интегрирующих АЦП ?

Ответы:

- 1.Нет
- 2.Да

3.Зависит от разрядности АЦП

Верный ответ: 1.Нет

6.Находят ли применение ЦАП в составе АЦП двухтактного интегрирования?

Ответы:

- 1.Нет, никогда
- 2.Да, всегда
- 3.Иногда

Верный ответ: 1.Нет, никогда

7.В АЦП двухтактного интегрирования увеличилась постоянная времени интегрирования. Как изменится результат преобразования?

Ответы:

- 1.Увеличится
- 2.Уменьшится
- 3.Не изменится

Верный ответ: 3.Не изменится

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.*

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о бально-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и аттестационной составляющих