

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

**Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Наименование образовательной программы: Промышленная электроника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Специальные вопросы схемотехники**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

П.А. Рашитов

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162c

П.А.  
Рашитов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

М.Г.  
Асташев

## 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-2 Способен выполнять расчет и проектирование устройств электроники и наноэлектроники и их систем

ИД-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и наноэлектроники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Аналоговое преобразование сигналов (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Генератор линейно изменяющегося напряжения (Лабораторная работа)

2. Измерение частоты переменного сигнала (Лабораторная работа)

3. Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону (Лабораторная работа)

### 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
Измерительные усилители					
Измерительные усилители	+				
Аналого-цифровые преобразователи					
Аналого-цифровые преобразователи		+			
Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов					
Способы получения интегральных параметров аналоговых сигналов			+		
Цифровая индикация измеряемых величин					
Цифровая индикация измеряемых величин				+	
	Вес КМ:	20	30	30	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

**БРС курсовой работы/проекта**

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	10	14	16
Датчики физических величин и измерительные усилители		+			+
Схемотехника узлов формирующих временной интервал			+		+
Формирование управляющих сигналов с широтно-импульсной модуляцией				+	+
Индикация измеряемых величин				+	+
	Вес КМ:	20	30	30	20

## 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-2	ИД-2ПК-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники	Знать: основные типы интегральных микросхем для работы с аналоговыми сигналами основные схемотехнические узлы измерительных усилителей Уметь: производить расчет измерительного тракта с последующим отображением информации применять различные типы интегральных микросхем для обработки аналоговых сигналов	Аналоговое преобразование сигналов (Контрольная работа) Генератор линейно изменяющегося напряжения (Лабораторная работа) Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону (Лабораторная работа) Измерение частоты переменного сигнала (Лабораторная работа)

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

### КМ-1. Аналоговое преобразование сигналов

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа ориентирована на 45 минут

#### Краткое содержание задания:

Разработать и рассчитать схему обработки переменного сигнала частотой  $f$  Гц с трансформатора тока. Номинальное значение тока –  $I_{ном}$ . Используемый датчик тока - ТДТ. Выходное напряжение сигнала должно формироваться относительно постоянной составляющей  $V_{среднее}$ . Амплитуда выходного напряжения при номинальном токе не должна превышать величину постоянной составляющей и иметь запас не менее  $K_{запас}$  %.

Рассчитать сопротивление в цепи ТДТ, найти его мощность. Рассчитать значение тока намагничивания. Найти ошибку измерения по величине и по фазовому сдвигу при номинальном токе и при 10% значении от номинального тока. Произвести расчет элементов схемы неинвертирующего сумматора. Нарисовать схему обработки сигнала.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать:	основные	1.Схема замещения трансформатора тока
схемотехнические	узлы	2.Как рассчитывается ошибка измерения
измерительных усилителей		3.Схема неинвертирующего сумматора

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны все определения, построены временные диаграммы, даны расчетные соотношения, расчетные соотношения выведены (возможно, с незначительными ошибками)

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны все определения, построены временные диаграммы, даны расчетные соотношения, вывод расчетных соотношений дан с существенными ошибками

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны все определения, временные диаграммы или расчетные соотношения даны не полностью или с одной существенной ошибкой

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не даны необходимые определения, временные диаграммы или расчетные соотношения даны с существенными ошибками

## КМ-2. Генератор линейно изменяющегося напряжения

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы

### Краткое содержание задания:

Вопросы по принципу действия генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Виды ГЛИН и основные соотношения

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные типы интегральных микросхем для работы с аналоговыми сигналами	1.Схемотехника ГЛИН с источником тока на биполярном транзисторе 2.Схемотехника ГЛИН с компенсирующей обратной связью 3.Симметричный и несимметричный мультивибратор
--	---

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-3. Широтно-импульсный модулятор по синусоидальному закону

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают предварительное задание по расчету параметров резисторов и конденсаторов. В лаборатории производят монтаж стенда и проверяют результаты расчета на основе полученных экспериментальных данных

### Краткое содержание задания:

Принцип действия широтно-импульсного модулятора по синусоидальному закону.  
Схемотехника широтно-импульсного модулятора по синусоидальному закону

### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: применять различные	1.Производить расчет параметров резисторов и
----------------------------	--

типы интегральных микросхем для обработки аналоговых сигналов	конденсаторов для формирования синусоидального сигнала требуемой частоты на выходе моста Вина 2.Использовать данные эксперимента для определения необходимого коэффициента усиления для генерации синусоидального сигнала на выходе моста Вина 3.Использовать данные эксперимента для определения коэффициента модуляции широтно-импульсного модулятора
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 60*

*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

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Измерение частоты переменного сигнала**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторной работы

**Краткое содержание задания:**

Способ измерения частоты переменного сигнала. Схемотехника измерения и индикации частоты переменного сигнала

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: производить расчет измерительного тракта с последующим отображением информации	1.Производить расчет параметров резисторов и конденсаторов для формирования прямоугольного сигнала заданной формы на выходе таймера 2.Использовать данные эксперимента для расчета погрешности при измерении частоты переменного сигнала 3.Выполнять корректное каскадное подключение двоично-десятичных счетчиков с выходом на семисегментные индикаторы
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*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: 60*

*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*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

**Процедура проведения**

Проводится в письменном виде по вариантам. Расчетное время на подготовку 60 мин. Студентам выдается билет, в который включен 1 вопрос и 1 задача

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Умеет проводить расчеты и исследование характеристик устройств и систем электроники и нанoeлектроники

**Вопросы, задания**

1. Датчики температуры на терморезисторе (PT-100 и Ni-100 – характеристики). Коэффициент самонагрева. Мост Уитсона.
2. Измерительный усилитель на базе дифференциального усилителя для подавления синфазной помехи. Влияние паразитных параметров по постоянному току ОУ на выходное напряжение.
3. Дифференцирующий усилитель с единичным коэффициентом усиления INA105. Измерительный тракт на основе предусилителя и дифференциального усилителя (микросхема PGA204).
4. Датчики температуры на основе термопары. Неполная термопара. J – термопары, K – термопары. Специализированные микросхемы для работы с термопарами.
5. Полупроводниковые датчики температуры. Интегральный датчик температуры на базе параллельного стабилизатора напряжения.
6. Резистивный датчик тока. Цепь измерения тока положительной шины питания с помощью микросхемы INA117 (AD629).
7. Трансформаторный датчик тока. Схема замещения. Влияние тока намагничивания на ошибку измерения.
8. Трансформаторный датчик тока. Схема замещения. Влияние насыщения ТДТ на измерение.
9. Трансформаторный датчик тока. Измерение импульсного тока.
10. Эффект Холла. Датчик тока на основе эффекта Холла, например LA 25-NP.
11. Датчики напряжения. Разновидности, особенности.
12. Аналого-цифровой преобразователь. Параллельный АЦП. АЦП последовательного счета.
13. Аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения. Структура и принцип работы на примере.
14. Аналого-цифровой преобразователь с двойным интегрированием. Структура и принцип работы на примере.
15. Аналого-цифровой преобразователь со взвешиванием (сигма-дельта АЦП). Структура и принцип работы на примере.
16. Семисегментный индикатор. Дешифратор для семисегментного индикатора КР514ИД1. Преобразователи кодов из двоичных в двоично-десятичные коды для многоразрядной десятичной индикации ПР7. Преобразователь двоичного кода от 0 до 255 в двоично-десятичный код. Микросхема счетчика с выходом на 7-сегментный индикатор – CD4026.

17. Способ преобразования информации о переменном сигнале в постоянный. Способ нахождения амплитуды сигнала. Нахождение действующего значения для синусоидального сигнала.
18. Способ преобразования информации о переменном сигнале в постоянный. Нахождение действующего значения в общем случае для несинусоидального сигнала.
19. Аналоговый умножитель сигналов. Структура аналогового умножителя: логарифматор, антилогарифматор.
20. Аналоговый умножитель сигналов – микросхема AD534. Типовые схемы применения микросхемы AD534.
21. Фильтр нижних частот. Схемотехника фильтра нижних частот. Расчет параметров фильтра.
22. Измерение фазового сдвига между двумя синусоидальными сигналами. Детектор полярности на основе оптрона. Детектор полярности на компараторе.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой терморезистор имеет сопротивление 100 Ом при 0°C?

Ответы:

- а. Ni-250
- б. Pt-1000
- в. Ni-100
- г. Pt-300

Верный ответ: в. Ni-100

2. Каким элементом происходит подавления синфазных помех?

Ответы:

- а. мультивибратор
- б. дифференциальный усилитель
- в. триггер
- г. интегратор

Верный ответ: б. дифференциальный усилитель

3. Какие внутренние паразитные параметры влияют на ошибку в выходном сигнале операционного усилителя с обратной связью

Ответы:

- а. внутреннее сопротивление
- б. коэффициент усиления
- в. выходное сопротивление
- г. напряжение смещения нуля и входные токи

Верный ответ: г. напряжение смещения нуля и входные токи

4. Какая микросхема применяется для преобразования из цифрового сигнала в аналоговый?

Ответы:

- а. ЦАП
- б. АЦП
- в. компаратор
- г. операционный усилитель

Верный ответ: а. ЦАП

5. Какой элемент является светоизлучателем у транзисторного оптрона?

Ответы:

- а. светотранзистор
- б. светотиристор
- в. светодиод
- г. лампа накаливания

Верный ответ: в. светодиод

6. На каких элементах строится аналоговый делитель сигналов?

Ответы:

- а. логарифматор и антилогарифматор
- б. таймер и ГЛИН
- в. триггер Шмитта и операционный усилитель
- г. сумматор и мультивибратор

Верный ответ: а. логарифматор и антилогарифматор

7. Чему равен коэффициент усиления инвертирующего усилителя на ОУ К140УД7?

Ответы:

- а.  $10^5$
- б.  $R_{oc}/R$
- в.  $-R_{oc}/R$
- г.  $1 + R_{oc}/R$

Верный ответ: в.  $-R_{oc}/R$

8. Какую составляющую может передавать трансформаторный датчик тока?

Ответы:

- а. Только постоянную
- б. Постоянную и переменную
- в. Только переменную
- г. Синфазную

Верный ответ: в. Только переменную

9. Какой максимальный коэффициент передачи у фильтра нижних частот?

Ответы:

- а. 1
- б. 4
- в. 0.5
- г. 10

Верный ответ: а. 1

10. Какой резистор нужно поставить во вторичной цепи датчика напряжения на основе эффекта Холла, чтобы при номинальном вторичном токе 25 мА получить напряжение 2.5 В?

Ответы:

- а. 10 кОм
- б. 100 Ом
- в. 1 кОм
- г. 220 Ом

Верный ответ: б. 100 Ом

11. Какой код на выходе 10-разрядного АЦП с напряжением опоры 5 В при подаче аналогового сигнала 1 В?

Ответы:

- а. 499
- б. 255
- в. 178
- г. 205

Верный ответ: г. 205

12. Какое количество входов данных для дешифратора семисегментного индикатора?

Ответы:

- а. 11
- б. 7
- в. 4
- г. 8

Верный ответ: в. 4

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание (решившему задачу), который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) или не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее в) или при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

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

В соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

**Для курсового проекта/работы:**

**7 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в устной форме комиссией не менее чем из двух преподавателей. Время защиты - 0,3 академических часа.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания в срок. На защите кратко описано выполнение этапов работы, в ответах на вопросы обоснованы все технические решения и примененные методики расчета.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания, возможно, с небольшими нарушениями графика. На защите кратко описано выполнение этапов работы. В ответах на вопросы видно неполное понимание свойств существующих технических решений и особенностей методик расчета.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 55*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнены все пункты задания, возможно, с нарушениями графика. На защите кратко описано выполнение этапов работы. В ответах на вопросы видно существенное непонимание свойств существующих технических решений и особенностей методик расчета, которые не повлияли на выбор нерациональных технических решений.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнено условие для оценки "3".

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

Итоговая оценка по курсовой работе выставляется в соответствии с положением о БАРС.