

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

**Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

**Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и наноэлектроника**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Проектирование и технология электронной компонентной базы**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Воронцов В.А.
	Идентификатор	R8f33d8a5-VorontsovVA-b7d5793f

(подпись)

В.А.

Воронцов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Баринов А.Д.
	Идентификатор	Ra98e1318-BarinovAD-f138ec4f

(подпись)

А.Д. Баринов

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70cafb8f

(подпись)

И.Н.

Мирошникова

(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 участвовать в проектировании полупроводниковых приборов и / или интегральных схем

ИД-3 Использует средства автоматизации схемотехнического проектирования в процессе проектирования СФ-блоков цифровых интегральных схем

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

### БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	6	10	15
КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления				
Особенности технологии изготовления наноразмерных компонентов интегральных схем		+	+	
Преобразователи ЦАП, АЦП				
Преобразователи сигналов			+	+
Вспомогательные схемы для преобразователей				
Вспомогательные схемы			+	+
Операционный усилитель				
Разновидности операционных усилителей				+
	Вес КМ:	20	30	50

\$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-3ПК-1 Использует средства автоматизации схемотехнического проектирования в процессе проектирования СФ-блоков цифровых интегральных схем	Знать: основы проектирования компонентов КМОП микросхем; технологические приемы получения субмикронных структур; Уметь: использовать САПР при проектировании источников опорного тока; использовать САПР при проектировании источников опорного напряжения;	Контрольная работа № 1 (Контрольная работа) Контрольная работа № 2 (Контрольная работа) Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

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

### КМ-1. Контрольная работа № 1

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 1 ак. часа.

**Краткое содержание задания:**

**Изобразить электрическую схему и пояснить принцип работы различных элементов КМОП схем**

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основы проектирования компонентов КМОП микросхем;

1.

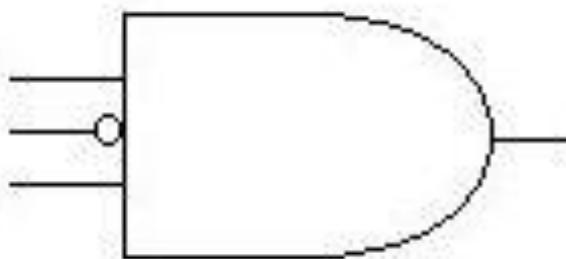
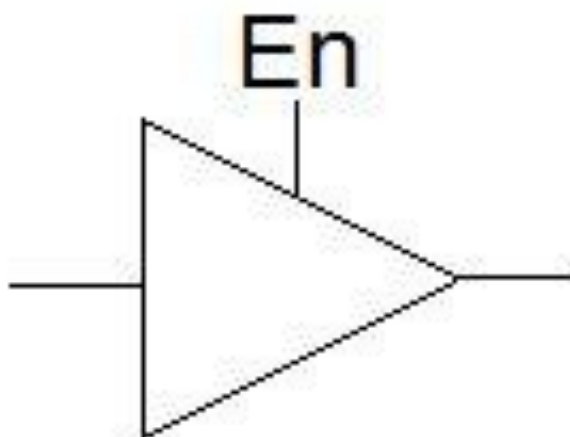
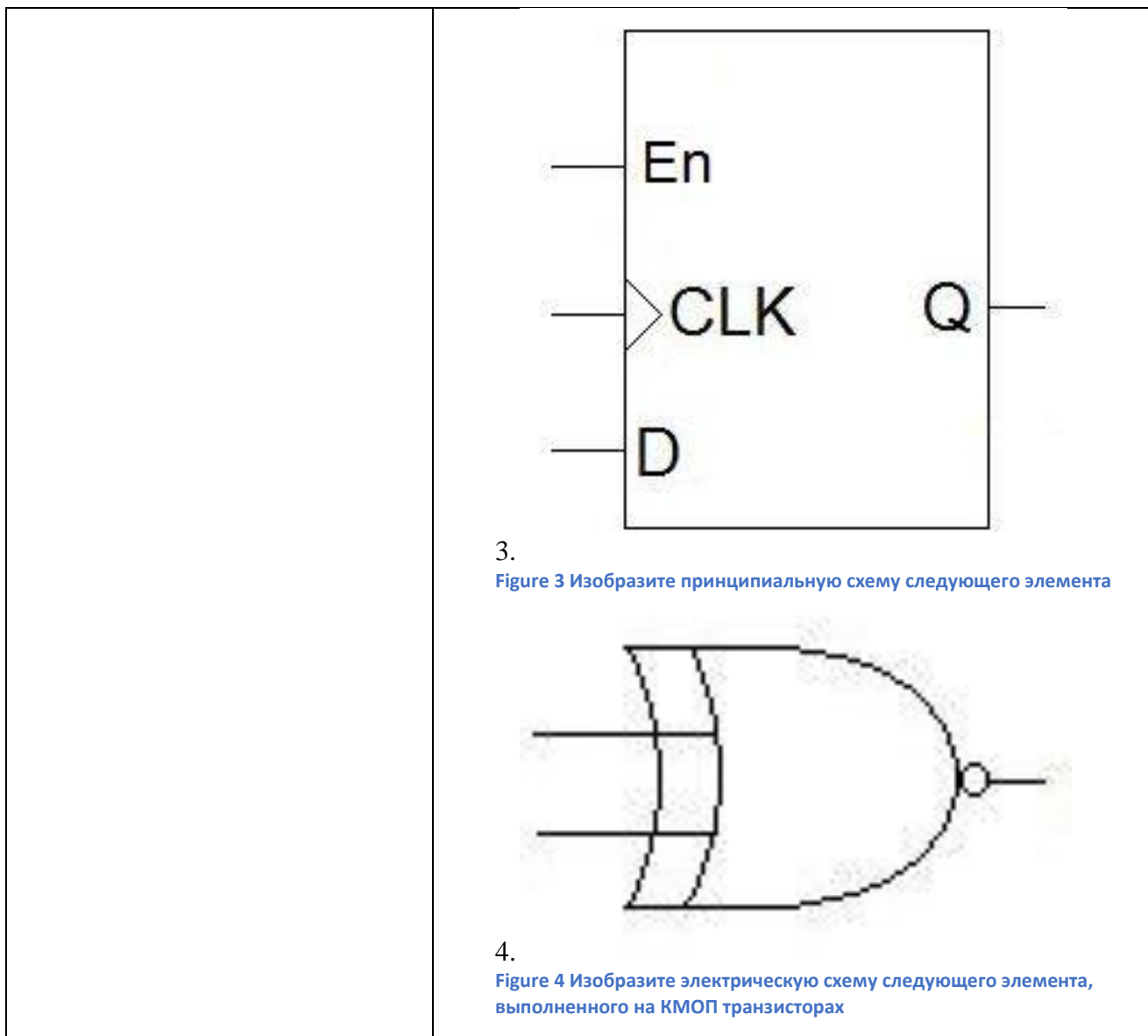


Figure 1 Изобразите электрическую схему следующего элемента, выполненного на КМОП транзисторах



2.

Figure 2 Изобразите принципиальную схему следующего элемента



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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*

**КМ-2. Контрольная работа № 2**

**Формы реализации:** Билеты (письменный опрос)

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 30**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 1 ак. часа.

**Краткое содержание задания:**

Студенту выдаётся билет с перечнем вопросов, ответы на которые он пишет на бумажном листе. Время проведения контрольной работы - 1 ак. часа.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: технологические приемы получения субмикронных структур;	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы компенсационного (следающего) АЦП</li><li>2. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы АЦП, основанного на методе взвешивания</li><li>3. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы параллельно-последовательного АЦП</li><li>4. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы ЦАП типа R-2R</li><li>5. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы ЦАП с токовым суммированием</li><li>6. Изобразите электрическую схему и поясните принцип работы ЦАП с двоично взвешенным суммированием</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*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

### **КМ-3. Защита РГР**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 50**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент отвечает на заданные вопросы по материалу расчетного задания

**Краткое содержание задания:**

Расчет и моделирование работы аналогового блока интегральной схемы в коммерческом или свободно распространяемом САПР

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: использовать САПР при проектировании источников опорного напряжения;	1. Рассчитать номиналы элементов, собрать электрическую схему и провести моделирование работы операционного усилителя
Уметь: использовать САПР при проектировании источников опорного тока;	1. Рассчитать номиналы элементов, собрать электрическую схему и провести моделирование работы источника опорного тока 2. Рассчитать номиналы элементов, собрать электрическую схему и провести моделирование работы источника опорного напряжения

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

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

*Оценка: 4*

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

*Оценка: 3*

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



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

**Процедура проведения**

Выставляется по результатам текущего контроля

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

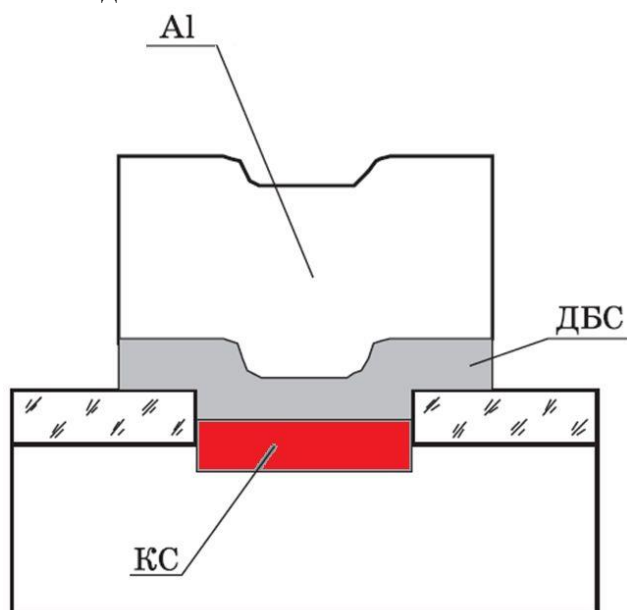
**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Использует средства автоматизации схемотехнического проектирования в процессе проектирования СФ-блоков цифровых интегральных схем

**Вопросы, задания**

1. Выставляется по результатам текущего контроля

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Какие материалы используются для создания контактного слоя (изображен красным цветом на рисунке) при создании системы многослойной металлизации с межсоединениями на основе алюминия?

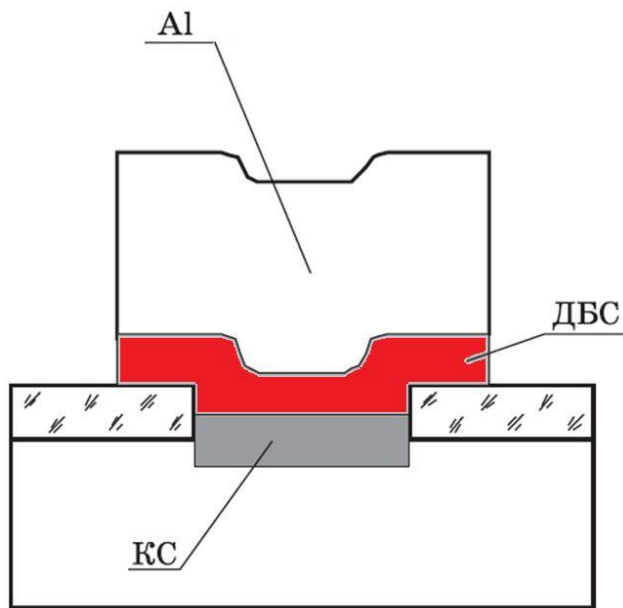


Ответы:

Тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден)  
Силициды (платины, титана, кобальта, никеля)  
Нитрид кремния  
Оксид гафния

Верный ответ: Силициды (платины, титана, кобальта, никеля)

2. Какие материалы используются для создания диффузионно-барьерного слоя (изображен красным цветом на рисунке) при создании системы многослойной металлизации с межсоединениями на основе алюминия?



Ответы:

Тугоплавкие металлы (титан, вольфрам) и их сплавы

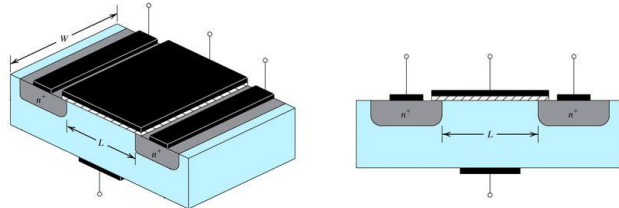
Золото

Медь

Оксид алюминия

Верный ответ: Тугоплавкие металлы (титан, вольфрам) и их сплавы

3. Какой материал используется в качестве основного слоя подзатвора диэлектрика (белая заштрихованная область на рисунке) при создании планарных КМОП транзисторов?



Ответы:

Оксид алюминия

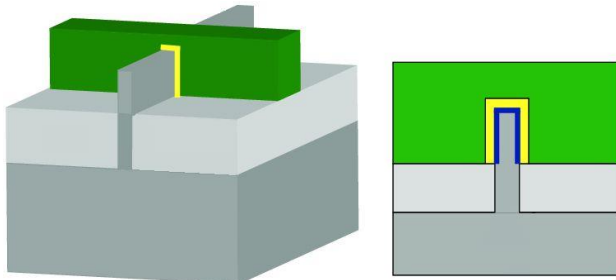
Карбид кремния

Нитрид кремния

Оксид гафния

Верный ответ: Нитрид кремния

4. Какой материал используется в качестве основного слоя подзатвора диэлектрика (желтая область на рисунке) при создании транзисторов FINFET?



Ответы:

Оксид алюминия

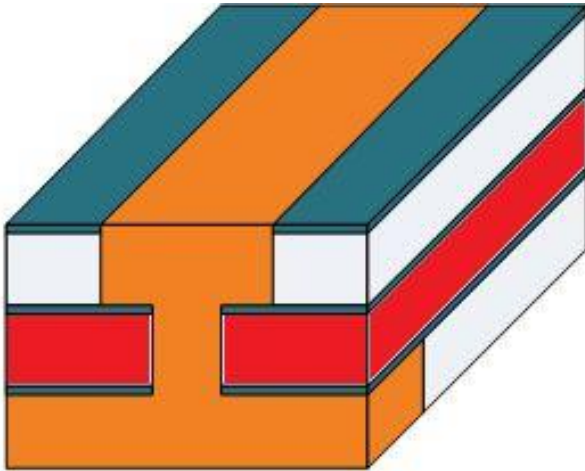
Карбид кремния

Нитрид кремния

Оксид гафния

Верный ответ: Оксид гафния

5. Какое основное требование предъявляется к материалу слоя межуровневого диэлектрика (изображен на рисунке красным цветом) при создании системы многослойной металлизации с межсоединениями на основе меди?



Ответы:

Высокое удельное сопротивление

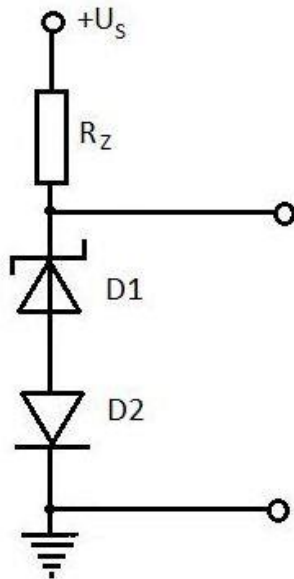
Повышенная стойкость к электромиграции меди

Низкое значение относительной диэлектрической проницаемости

Низкое значение тангенса угла диэлектрических потерь

Верный ответ: Низкое значение относительной диэлектрической проницаемости

6. Какая электрическая схема изображена на рисунке?



Ответы:

Источник опорного тока

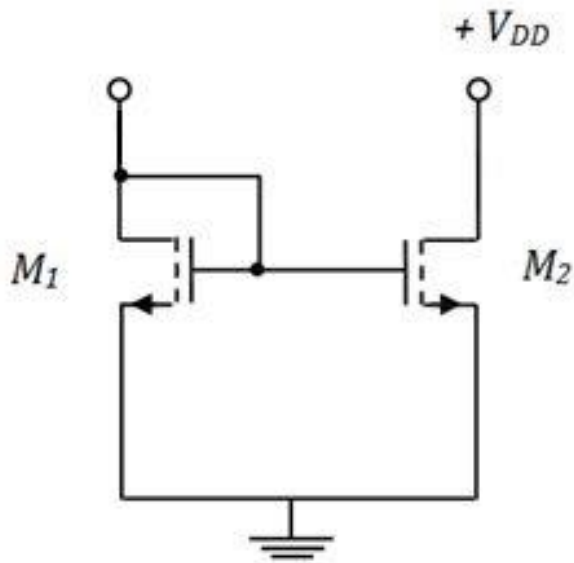
Источник опорного напряжения

Токовое зеркало

Цифро-аналоговый преобразователь с резистивным делителем

Верный ответ: Источник опорного напряжения

7. Какая электрическая схема изображена на рисунке?



Ответы:

Источник опорного тока

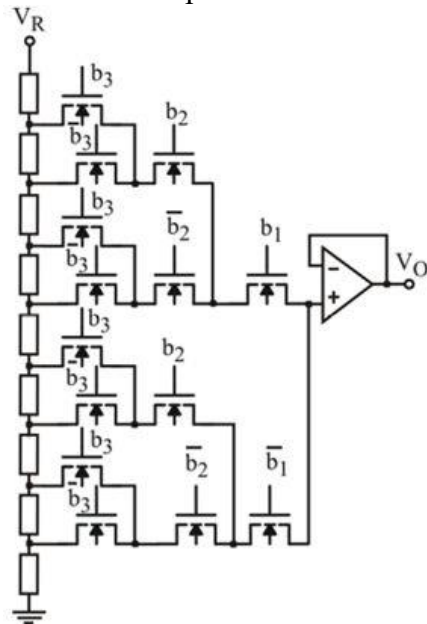
Источник опорного напряжения

Токовое зеркало

Цифро-аналоговый преобразователь с резистивным делителем

Верный ответ: Токовое зеркало

8.Какая электрическая схема изображена на рисунке?



Ответы:

Источник опорного тока

Источник опорного напряжения

Токовое зеркало

Цифро-аналоговый преобразователь с резистивным делителем

Верный ответ: Цифро-аналоговый преобразователь с резистивным делителем

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*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:* 60

*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***