

**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
Языки и средства проектирования цифровых интегральных схем**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	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)

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-70cafb8

(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: Защита задания

1. Выполнение и защита расчётного задания (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Комбинационная и последовательностная логика (Лабораторная работа)

2. Мультиплексоры и демультимплексоры (Лабораторная работа)

3. Сумматор (Лабораторная работа)

4. Счётчики и регистры (Лабораторная работа)

5. Цифровые автоматы (Лабораторная работа)

6. Шифраторы и дешифраторы (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	3	5	7	12	13	14	15
Проектирование цифровых интегральных схем								
Концепции проектирования цифровых интегральных схем	+	+	+	+	+			
Языки описания аппаратных средств как средство моделирования и синтеза логического устройства						+	+	+
Основные методы моделирования аппаратуры цифровых систем	+	+	+	+	+	+	+	+
Синтез логических схем								
Теоретические основы синтеза логических схем	+	+	+	+	+			
Задача синтеза комбинационных и последовательностных логических схем и	+	+	+	+	+			

основные этапы её решения							
Автоматизация создания топологии, размещения и разводки соединений стандартных ячеек на кристалле							
Средства автоматизации создания топологии интегральных схем	+	+	+	+	+	+	+
Создание топологии библиотечных блоков	+	+	+	+	+	+	+
Автоматизация размещения и разводки соединений стандартных ячеек на кристалле	+	+	+	+	+	+	+
Вес КМ:	10	10	10	10	10	10	40

\$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: языки описания аппаратуры принципы проектирования интегральных схем Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем	Комбинационная и последовательностная логика (Лабораторная работа) Шифраторы и дешифраторы (Лабораторная работа) Мультиплексоры и демультимплексоры (Лабораторная работа) Сумматор (Лабораторная работа) Счётчики и регистры (Лабораторная работа) Цифровые автоматы (Лабораторная работа) Выполнение и защита расчётного задания (Индивидуальный проект)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Комбинационная и последовательностная логика

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирования различных элементов цифровой схемы - комбинационную функцию, асинхронный RS-триггер, D-защёлку, D-триггер, JK-триггер, T-триггер. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

1. Привести HDL-описаний реализации комбинационной функции.
2. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.
3. Привести результаты моделирования схем.
4. Привести HDL-описаний реализации последовательностной - триггеров.
5. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.
6. Привести результаты моделирования схем.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы проектирования интегральных схем	1.Опишите основные отличия синхронных триггеров от асинхронных 2.В чём состоит преимущества D-триггера перед D-защёлкой? 3.Почему JK-триггер называют универсальным?
Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем	1.Реализуйте заданную логическую функцию. Напишите к ней тестбенч и промоделируйте. 2.Реализуйте T-триггер на основе D-триггера.

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

КМ-2. Шифраторы и дешифраторы

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирования различных вариантов HDL-описания для элемента цифровой схемы - шифратора и дешифратора. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

1. Привести несколько вариантов HDL-описания шифратора и дешифратора.
2. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.
3. Привести результаты моделирования схем.
4. По заданию преподавателя провести для описаний временной анализ.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: принципы проектирования интегральных схем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Что такое “шифратор”? Приведите пример таблицы истинности 2.Что такое “дешифратор”? Приведите пример таблицы истинности 3.Что такое “приоритетный шифратор”? Как он реализуется? 4.Что такое “параметрический шифратор”? Как он реализуется? 5.Что такое “параметрический дешифратор”? Как он реализуется?
<p>Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Разработайте преобразователь унарного кода в код Грэя. 2.Разработайте преобразователь кода Грэя в двоичный код. 3.Разработайте преобразователь для отображения двухразрядных десятичных чисел на двух семисегментных индикаторах. 4.Проведите анализ различных профилей оптимизации и разработайте несколько вариантов шифратора “из 16 в 4”. Сравните получившиеся результаты при различных профилях оптимизации.

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

КМ-3. Мультиплексоры и демультиплексоры

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирования различных вариантов HDL-описания для элемента цифровой схемы - мультиплексора. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

1. Привести несколько вариантов HDL-описания мультиплексора.
2. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.
3. Привести результаты моделирования схем.
4. По заданию преподавателя провести для описаний временной анализ.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: принципы проектирования интегральных схем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Поясните принцип работы мультиплексора. 2.Какими конструкциями можно описать мультиплексор? 3.Что такое “полный” и “неполный” мультиплексоры? 4.Что такое “селектор” и для чего он применяется? Что его отличает от мультиплексора?
<p>Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Реализуйте логическую функцию с помощью мультиплексора "из 8 в 1" 2.Реализуйте 3-битный мультиплексор “из 3 в 1” с помощью операторов ?:, if и case.

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

КМ-4. Сумматор

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирования различных вариантов HDL-описания для элемента цифровой схемы - одноразрядного и многоразрядного сумматора. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

1. Привести несколько вариантов HDL-описания одноразрядного сумматора.
2. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.
3. Привести результаты моделирования схем.
4. Привести несколько вариантов HDL-описаний многоразрядного сумматора.
5. Провести синтез всех описаний в программе Quartus Prime.

6. Привести результаты моделирования схем.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы проектирования интегральных схем	1.Что такое “сумматор”? 2.Что такое “полусумматор”? 3.Что такое “полный сумматор”? 4.Какие есть варианты реализации расчёта суммы и знака переноса? В чём они различаются?
Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем	1.По заданию преподавателя привести описание, синтез и моделирование 4-битного сумматора по различным схемам формирования суммы и переноса. Провести временной анализ. Сделать вывод о зависимости максимальной тактовой частоты от способа формирования сигналов суммы и переноса. 2.По заданию преподавателя привести описание, синтез и моделирование 4-, 8-, 16-, 32- и 128-битного сумматора по схеме с быстрым переносом. Провести временной анализ. Сделать вывод о зависимости максимальной тактовой частоты от разрядности сумматора. 3.По заданию преподавателя привести описание, синтез и моделирование 4-, 8-, 16-, 32- и 128-битного сумматора по схеме с параллельным переносом. Провести временной анализ. Сделать вывод о зависимости максимальной тактовой частоты от разрядности сумматора.

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

КМ-5. Счётчики и регистры

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирований различных вариантов HDL-описания для элементов цифровой схемы - счётчиков и 8-разрядного регистра. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

1. Привести HDL-описание n-битного счётчика (суммирующего и вычитающего).
2. Провести синтез в программе Quartus Prime.

3. Привести результат моделирования схемы.
4. Привести описание устройства сдвига (комбинационного и последовательностного).
5. Провести синтез в программе Quartus Prime.
6. Привести результат моделирования схемы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы проектирования интегральных схем	1.Что такое “счётчик”? Чем различаются суммирующий и вычитающий счётчики?
Знать: языки описания аппаратуры	1.Что такое "регистр"? 2.Опишите назначение устройства сдвига. Каких типов бывают эти устройства?
Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем	1.Приведите описание, синтез и моделирование n-битного универсального регистра. 2.Приведите описание, синтез и моделирование n-битного счётчика с коэффициентом счёта равным К. 3.Приведите описание, синтез и моделирование 4-битного счётчика Грэя.

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

КМ-6. Цифровые автоматы

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент приводит результаты моделирования различных вариантов HDL-описания для элементов цифровой схемы - счётчиков и 8-разрядного регистра. Анализирует эти результаты.

Краткое содержание задания:

Построить граф конечного автомата в соответствии с таблицей своего варианта.

Разработать код с комбинационными выходами и синхронными выходами.

Синтезировать код в Quartus Prime.

Провести моделирование конечного автомата.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: языки описания аппаратуры	1.Что такое “конечный автомат”? 2.В чём заключается отличия между автоматами Мили и Мура? 3.Какие есть методы кодирования состояний конечного автомата?
----------------------------------	---

<p>Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем</p>	<p>1.Приведите реализацию работы светофора с тремя состояниями (красный, жёлтый и зелёный) на конечных автоматах. 2.Приведите реализацию работы светофора с четырьмя состояниями (красный, жёлтый и зелёный) на конечных автоматах. 3.Приведите реализацию конечного автомата поиска в последовательности единиц и нулей двух подряд идущих единиц.</p>
---	---

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

КМ-7. Выполнение и защита расчётного задания

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Индивидуальный проект

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент в течение семестра производит полный поток проектирования небольшой логической схемы: от этапа синтеза до размещения стандартных ячеек на кристалле. После проводится беседа со студентом по материалу выполненного им задания. Оцениваются знания синтаксиса языка описания аппаратуры, оптимальность использования тех или иных решений.

Краткое содержание задания:

Произвести полный поток проектирования цифровой интегральной схемы. Для этого:

1. 1. Сформировать RTL- или поведенческое описание схемы на языке описания аппаратуры (HDL).
2. 2. Написать testbench и провести моделирование описания.
3. 3. Произвести синтез логической схемы и провести моделирование её работы, показать соответствие моделирования на HDL.
4. 4. Произвести автоматизированную трассировку и размещение стандартных ячеек на кристалле для своей схемы.

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: языки описания аппаратуры</p>	<p>1.Поясните на примере своей работы поток проектирования цифровых интегральных схем</p>
<p>Уметь: пользоваться программными средствами автоматизации проектирования интегральных схем</p>	<p>1.На основе HDL-описания своей схемы сформируйте её RTL-описание</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: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задачи, однако есть небольшие недочёты

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено, есть достаточно крупные недочёты

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Оценка за зачёт выставляется на основе совокупной оценки по текущему контролю успеваемости.

1. 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. Оценка за освоение выставляется на основе семестровой составляющей.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Множество выходных значений схемы, реализованной на автомате Мили, определяются ...

Ответы:

только множеством текущего состояния автомата

только множеством входных значений

множеством входных значений и текущего состояния автомата

Верный ответ: множеством входных значений и текущего состояния автомата

2. Множество выходных значений схемы, реализованной на автомате Мура, определяются ...

Ответы:

только множеством текущего состояния автомата

только множеством входных значений

множеством входных значений и текущего состояния автомата

Верный ответ: только множеством текущего состояния автомата

3. В комбинационной схеме присутствует элемент памяти?

Ответы:

да

нет

Верный ответ: нет

4. В последовательностной схеме присутствует элемент памяти?

Ответы:

да

нет

Верный ответ: да

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая от 4,5 и выше.

Все контрольные мероприятия выполнены с оценкой не ниже 3.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая от 3,5 до 4,4. Все контрольные мероприятия выполнены с оценкой не ниже 3.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая от 2,5 до 3,4. Все контрольные мероприятия выполнены с оценкой не ниже 3.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Согласно Положения о БАРС на основе семестровой и зачётной составляющей.