

**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 нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Твердотельная микро- и нанoeлектроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИСТЕМЫ ПАМЯТИ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.09.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 129,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зезин Д.А.
	Идентификатор	Re7522a00-ZezinDA-ba8dbd73

(подпись)

Д.А. Зезин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	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)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8c

(подпись)

И.Н.

Мирошникова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение разновидностей систем памяти, их принципа действия, основных параметров и характеристик, области их применения

### Задачи дисциплины

- изучение физических основ функционирования систем памяти;
- освоение методов проектирования систем памяти и расчёта их характеристик.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании полупроводниковых приборов и / или интегральных схем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание принципов работы, физических и математических моделей основных полупроводниковых приборов в соответствующих областях электроники	знать: - цели и задачи научных исследований в области систем памяти; - проблемы в области систем памяти, а также методы и способы их решения.  уметь: - формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники; - использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Твердотельная микро- и нанoeлектроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать технологии производства интегральных схем в пределах программы бакалавриата (как минимум на базовом уровне)
- знать свойства полупроводниковых материалов в пределах программы бакалавриата (как минимум на базовом уровне)
- знать методы расчёта электрических цепей в пределах программы бакалавриата (как минимум на базовом уровне)
- знать модели и системы параметров полупроводниковых цифровых устройств в пределах программы бакалавриата (как минимум на базовом уровне)
- уметь производить расчёт основных параметров простейших цифровых логических элементов
- уметь производить синтез и расчёт основных параметров цифровых полупроводниковых устройств комбинационного типа (дешифраторы, мультиплексоры, компараторы и т.п.)
- уметь производить синтез и расчёт основных параметров цифровых полупроводниковых устройств последовательностного типа (триггеры, счётчики, и т.п.)
- уметь пользоваться программным обеспечением, позволяющим проводить расчёт поведения электрических схем с помощью SPICE-моделей полупроводниковых приборов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение	9	3	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] § 5.1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 267 - 276	
1.1	Введение	9		1	-	-	-	-	-	-	-	8	-		
2	Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием	31		5	-	2	-	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] § 5.4 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 297 - 306 [3], стр. 90 - 101
2.1	Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием	31		5	-	2	-	-	-	-	-	-	24	-	
3	Память с произвольным доступом типа RAM	64		5	-	15	-	-	-	-	-	-	44	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение РГР <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] §§ 5.3, 5.9-5.15 Самостоятельное изучение литературы [2, 3] (все параграфы). <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 1-48
3.1	Память с произвольным доступом типа RAM	64		5	-	15	-	-	-	-	-	-	44	-	
4	Память типа FLASH	25		2	-	15	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] § 5.5
4.1	Память типа FLASH	25		2	-	15	-	-	-	-	-	-	8	-	

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 307 - 318
5	Кэш – память	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] §§ 5.15-5.16
5.1	Кэш – память	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Изучение литературы [1] § 5.2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 277 -291
6	Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 362 - 366
6.1	Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>96</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>129.5</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Введение

#### 1.1. Введение

Введение. Основные требования к устройствам памяти. Классификация основных полупроводниковых устройств памяти. Основные сведения о системах памяти. Основные показатели и характеристики. Принципы классификации систем памяти. Иерархия систем памяти и организация их взаимодействия. Причины возникновения элементов памяти разного типа..

### 2. Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием

#### 2.1. Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием

Общие принципы работы ПЗУ. Структура ПЗУ. Программируемые ПЗУ, достоинства и недостатки. ПЗУ типа МНОП, ЛИЗМОП: структура, физические основы работы, достоинства и недостатки..

### 3. Память с произвольным доступом типа RAM

#### 3.1. Память с произвольным доступом типа RAM

Общие принципы работы. Статическая память с произвольной выборкой (SRAM). Динамическая память с произвольной выборкой (DRAM). Сравнительный анализ статической и динамической памяти. Динамические ЗУ повышенного быстродействия. Историческое развитие памяти типа DRAM. Технологии FPM, EDORAM, BEDORAM, MDRAM и т.п..

### 4. Память типа FLASH

#### 4.1. Память типа FLASH

Флэш-память. Принцип работы запоминающей ячейки. Основные функциональные циклы: запись, считывание, стирание. Классификация флэш-памяти: NOR, NAND, параллельная, последовательная. Надежность. Основные конструкции элементов флэш-памяти. Развитие памяти типа FLASH..

### 5. Кэш – память

#### 5.1. Кэш – память

Общие принципы работы Кэш-памяти. Классификация Кэш-памяти. Полностью ассоциативный Кэш. Кэш-память с прямым размещением (отображением). Наборно-ассоциативный КЭШ..

### 6. Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти

#### 6.1. Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти

Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти. Основные физические принципы создания ячеек памяти нового типа, технологические решения. Ведущие изготовители. Потребности рынка. Влияние параметров полупроводниковой памяти на архитектуру и программное обеспечение ЭВМ..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти;
2. Кэш – память;
3. Память типа FLASH;
4. Память с произвольным доступом типа RAM;
5. Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием;
6. Введение.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
проблемы в области систем памяти, а также методы и способы их решения	ИД-1ПК-1	+						Расчетно-графическая работа/КМ-1
цели и задачи научных исследований в области систем памяти	ИД-1ПК-1		+					Расчетно-графическая работа/КМ-2
<b>Уметь:</b>								
использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	ИД-1ПК-1			+				Расчетно-графическая работа/КМ-3
формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники	ИД-1ПК-1				+	+	+	Расчетно-графическая работа/КМ-4

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-4 (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 (Расчетно-графическая работа)
2. КМ-2 (Расчетно-графическая работа)
3. КМ-3 (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №3)*

Оценка выставляется по результатам экзамена с учётом системы БАРС.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Угрюмов, Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Е. П. Угрюмов . – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010 . – 816 с. - ISBN 978-5-9775-0162-0 .;
2. Зезин, Д. А. Системы памяти : практикум по дисциплине "Системы памяти" для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров 11.04.04 "Электроника и наноэлектроника" / Д. А. Зезин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2662-6 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12023](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12023);
3. А. И. Бабёр- "Основы схемотехники: пособие", Издательство: "РИПО", Минск, 2018 - (112 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=487892>.

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Libre Office;
2. ОС Linux;
3. LTSpice.

##### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -

[http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Системы памяти

(название дисциплины)

## 3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 КМ-2 (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 КМ-3 (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 КМ-4 (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Введение					
1.1	Введение		+			
2	Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием					
2.1	Постоянные запоминающие устройства с однократным и многократным программированием			+		
3	Память с произвольным доступом типа RAM					
3.1	Память с произвольным доступом типа RAM				+	
4	Память типа FLASH					
4.1	Память типа FLASH					+
5	Кэш – память					
5.1	Кэш – память					+
6	Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти					
6.1	Заключение. Оценка перспектив развития полупроводниковой памяти					+
Вес КМ, %:			10	20	20	50