

**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**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ**  
**КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	2 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 59,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

В.А. Воронцов

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

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

А.Д. Баринов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мирошникова И.Н.
	Идентификатор	Rd1db27a5-MiroshnikovaIN-70caf8f

И.Н.  
Мирошникова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении конструктивно-технологических особенностей субмикронных структур на базе КМОП технологии

### Задачи дисциплины

- изучение особенностей проектирование аналоговых компонентов для КМОП технологии;
- изучение технологии получения субмикронных структур для КМОП микросхем.

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-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;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 3 зачетных единицы, 108 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	КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления	5.7	2	4	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления", изучение лекционного материала и рекомендованной литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 97-101 [3], стр. 50-99</p>	
1.1	Особенности технологии изготовления наноразмерных компонентов интегральных схем	5.7		4	-	-	-	-	-	-	-	1.7	-		
2	Преобразователи ЦАП, АЦП	22		4	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Преобразователи ЦАП, АЦП" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Преобразователи ЦАП, АЦП", изучение лекционного материала и рекомендованной литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 432-434</p>
2.1	Преобразователи сигналов	22		4	-	8	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Вспомогательные схемы для преобразователей	32		4	-	8	-	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Вспомогательные схемы для преобразователей" подготовка к выполнению заданий на практических</p>
3.1	Вспомогательные схемы	32	4	-	8	-	-	-	-	-	-	20	-		

													занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Вспомогательные схемы для преобразователей", изучение лекционного материала и рекомендованной литературы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 651-673, 701-715
4	Операционный усилитель	48	4	-	16	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Операционный усилитель", изучение лекционного материала и рекомендованной литературы
4.1	Разновидности операционных усилителей	48	4	-	16	-	-	-	-	-	28	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Операционный усилитель" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 7-34
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	59.7	-	
	Итого за семестр	108.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	59.7	-	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления

1.1. Особенности технологии изготовления наноразмерных компонентов интегральных схем

Компоненты КМОП схем нанодиапазона.

#### 2. Преобразователи ЦАП, АЦП

2.1. Преобразователи сигналов

Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи.

#### 3. Вспомогательные схемы для преобразователей

3.1. Вспомогательные схемы

Источники опорного напряжения. Источники опорного тока. Схемы выборки и хранения.

#### 4. Операционный усилитель

4.1. Разновидности операционных усилителей

Операционные усилители общего назначения. Быстродействующие операционные усилители. Прецизионные операционные усилители.

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

1. Операционные усилители;
2. Вспомогательные схемы для ЦАП, АЦП;
3. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи сигналов.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на выполнение контрольных мероприятий по разделу "КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления"
2. Консультации направлены на выполнение контрольных мероприятий по разделу "Преобразователи ЦАП, АЦП"
3. Консультации направлены на выполнение контрольных мероприятий по разделу "Вспомогательные схемы для преобразователей"
4. Консультации направлены на выполнение контрольных мероприятий по разделу "Операционный усилитель"

### **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	
<b>Знать:</b>						
технологические приемы получения субмикронных структур;	ИД-3ПК-1	+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа № 2
основы проектирования компонентов КМОП микросхем;	ИД-3ПК-1	+				Контрольная работа/Контрольная работа № 1
<b>Уметь:</b>						
использовать САПР при проектировании источников опорного напряжения;	ИД-3ПК-1			+	+	Расчетно-графическая работа/Защита РГР
использовать САПР при проектировании источников опорного тока;	ИД-3ПК-1		+			Расчетно-графическая работа/Защита РГР

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

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

**2 семестр**

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. Красников, Г. Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП-транзисторов / Г. Я. Красников . – 2-е изд., испр . – М. : Техносфера, 2011 . – 800 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-94836-289-2 .;
2. Линейные схемы. Руководство по проектированию : пер. с англ. / Ред. Х. Цумбален . – М. : Техносфера, 2011 . – 1128 с. – (Мир электроники) . - ISBN 978-5-94836-295-3 .;
3. Денисенко В. В.- "Компактные модели МОП-транзисторов для SPICE в микро- и наноэлектронике", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2010 - (408 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59590](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59590).

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Micro-Cap.

##### **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/>



4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-102а, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-102, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, ноутбук, кондиционер, телевизор
	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	К-105/1, Компьютерный класс	стол, стол для оргтехники, стол компьютерный, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный, кондиционер
	К-105/2, Компьютерный класс	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска меловая, кондиционер
Помещения для консультирования	К-109/1, Кабинет сотрудников каф. "ЭиН"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, стол для совещаний, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, оборудование для экспериментов, компьютер персональный, документы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения	К-115, Склад каф. "ЭиН"	стеллаж, инвентарь учебный

оборудования и учебного инвентаря		
--------------------------------------	--	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование и технология электронной компонентной базы

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Контрольная работа № 1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа № 2 (Контрольная работа)

КМ-3 Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	10	15
1	КМОП компоненты и технологический процесс их изготовления				
1.1	Особенности технологии изготовления наноразмерных компонентов интегральных схем		+	+	
2	Преобразователи ЦАП, АЦП				
2.1	Преобразователи сигналов			+	+
3	Вспомогательные схемы для преобразователей				
3.1	Вспомогательные схемы			+	+
4	Операционный усилитель				
4.1	Разновидности операционных усилителей				+
Вес КМ, %:			20	30	50