

**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: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА БАЗЕ**  
**ПЛИС**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Семинар	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Поройков А.Ю.
	Идентификатор	R50de0749-PoroykovAY-558a93cf

(подпись)

А.Ю. Поройков

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ разработки устройств цифровой электроники на базе программируемых логических интегральных схем

### Задачи дисциплины

- Освоение теоретических основ построения устройств цифровой электроники;
- Приобретение информации об устройстве основных видов программируемых логических интегральных схем;
- Приобретение навыка принимать и обосновывать конкретные технические решения при разработке различных электронных устройств.

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 представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИД-3ПК-1 Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности	знать: - основы языков описания аппаратуры для разработки устройств цифровой электроники; - основы разработки устройств цифровой электроники на уровне комбинационной и последовательной логики; - основы разработки устройств цифровой электроники на уровне Булевой алгебры и логических элементов.  уметь: - выполнять базовую разработку электронных устройств в соответствии с техническим заданием на современных языках описания аппаратуры.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Основы цифровой электроники	16	2	2	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы проектирования электронной компонентной базы"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основы проектирования электронной компонентной базы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы проектирования электронной компонентной базы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы проектирования электронной компонентной базы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 31-91</p>	
1.1	Основы цифровой электроники	16		2	4	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2	Проектирование комбинационной логики	20		4	4	4	-	-	-	-	-	-	8		-
2.1	Проектирование	20	4	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 91-149 [2], 4-15, 16-20</p>	

	комбинационной логики												[3], 14-16
3	Языки описания аппаратуры	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
3.1	Языки описания аппаратуры	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-		[1], 221-293 [3], 5-13
4	Проектирование последовательной логики	22	4	4	4	-	-	-	-	10	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Проектирование последовательной логики	22	4	4	4	-	-	-	-	10	-		[1], 149-221 [2], 4-15, 21-29 [3], 17-23
5	Цифровые функциональные узлы	24	6	4	6	-	-	-	-	8	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.1	Цифровые функциональные узлы	24	6	4	6	-	-	-	-	8	-		[1], 293-321
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-		17.7
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>42</b>		<b>17.7</b>
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>59.7</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. Основы цифровой электроники

##### 1.1. Основы цифровой электроники

Системы счислений. Логические элементы. Аналоговые характеристики цифровых сигналов. Реализация логических элементов на полупроводниковых элементах..

#### 2. Проектирование комбинационной логики

##### 2.1. Проектирование комбинационной логики

Булевы уравнения. Булева алгебра. Многоуровневая комбинационная логика. Карты Карно. Базовые комбинационные блоки. Временные характеристики..

#### 3. Языки описания аппаратуры

##### 3.1. Языки описания аппаратуры

SystemVerilog и VHDL. Модули. Симуляция и синтез. Комбинационная логика. Структурное моделирование. Последовательная логика. Конечные автоматы. Типы данных. Среда тестирования..

#### 4. Проектирование последовательной логики

##### 4.1. Проектирование последовательной логики

Защелки и триггеры. Проектирование триггеров и защелок на транзисторном уровне. Проектирование синхронных логических схем. Конечные автоматы. Синхронизация последовательных схем..

#### 5. Цифровые функциональные узлы

##### 5.1. Цифровые функциональные узлы

Арифметические схемы. Представление чисел. Функциональные узлы последовательной логики. Матрицы памяти. Матрицы логических элементов..

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

1. Проектирование последовательной логики;
2. Проектирование комбинационной логики;
3. Основы цифровой электроники;
4. Цифровые функциональные узлы.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Разработка арифметико-логического устройства;
2. Разработка конечного автомата;
3. Разработка комбинационной логики.

### **3.5 Консультации**

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы проектирования электронной компонентной базы"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы проектирования электронной компонентной базы"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Основы проектирования электронной компонентной базы"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы проектирования электронной компонентной базы"

### **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	
<b>Знать:</b>							
основы разработки устройств цифровой электроники на уровне Булевой алгебры и логических элементов	ИД-3ПК-1	+					Тестирование/Тест №1
основы разработки устройств цифровой электроники на уровне комбинационной и последовательной логики	ИД-3ПК-1		+		+		Контрольная работа/Контрольная работа №1 Контрольная работа/Контрольная работа №2
основы языков описания аппаратуры для разработки устройств цифровой электроники	ИД-3ПК-1			+			Контрольная работа/Контрольная работа №1 Контрольная работа/Контрольная работа №2
<b>Уметь:</b>							
выполнять базовую разработку электронных устройств в соответствии с техническим заданием на современных языках описания аппаратуры	ИД-3ПК-1					+	Семинар/Защита лабораторных работ



#### **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: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Тест №1 (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Семинар)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.

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. Харрис, Дэвид М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера = Digital Design and Computer Architecture : [цветное издание] : пер. с англ. / Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис . – 2-е изд., испр. – Москва : ДМК Пресс, 2018 . – 792 с. - ISBN 978-5-97060-570-7 .;
2. Поройков, А. Ю. Разработка электронных устройств на базе ПЛИС : практикум по курсам "Основы разработки электронных устройств на базе ПЛИС" и "Проектирование электронных устройств на базе ПЛИС" для студентов, обучающихся по направлению "Электроника и наноэлектроника" / А. Ю. Поройков, И. А. Шашкова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2394-6 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11611](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11611);
3. Мурсаев А. Х., Буренева О. И. - "Практикум по проектированию на языках VerilogHDL и SystemVerilog", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2022 - (120 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/200474>.

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

1. СДО "Прометей";
2. Майнд Видеоконференции;
3. Quartus.

### 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>

37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-202, Учебная мультимедийная аудитория каф. Физики	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, ноутбук
Помещения для самостоятельной работы	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
	А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер
Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А.	

инвентаря	Фабриканта	
-----------	------------	--

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Основы разработки электронных устройств на базе ПЛИС**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест №1 (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Семинар)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Основы цифровой электроники					
1.1	Основы цифровой электроники		+			
2	Проектирование комбинационной логики					
2.1	Проектирование комбинационной логики			+	+	
3	Языки описания аппаратуры					
3.1	Языки описания аппаратуры			+	+	
4	Проектирование последовательной логики					
4.1	Проектирование последовательной логики			+	+	
5	Цифровые функциональные узлы					
5.1	Цифровые функциональные узлы					+
Вес КМ, %:			10	20	20	50