

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:20:43  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«14» сентября 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование сверхбольших интегральных схем на программируемых кристаллах»

Направление подготовки - 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Направленность (профиль) – «Проектирование и технология устройств интегральной нанoeлектроники»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-5. «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию»**

**сформулирована на основе профессионального стандарта 40.040 «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков»**

**Обобщенная трудовая функция F «Разработка поведенческого описания модели СФ-блока»**

**Трудовая функция F/01.7 «Поведенческое описание СФ-блока»**

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-5.ПСБИСПрКр Способен программировать с использованием высокоуровневых языков описания аппаратуры	Разработка физических и математических моделей, компьютерное моделирование исследуемых физических процессов, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере	Знания: области применения ПЛИС; основные блоки ПЛИС; алгоритмы работы цифровых приборов. Умения: описывать алгоритм работы цифровых приборов на языке Verilog, VHDL. Опыт деятельности: работы с инструментарием для разработки и тестирования функционально-логических схем с использованием ПЛИС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входные требования к дисциплине: знание основ информатики и программирования, принципов работы основных активных приборов твердотельной электроники, их характеристики и электрические модели.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	3	108	-	16	16	76	Зачет

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1. Модуль №1 Введение в предмет курсам	–	8	8	16	Выполнение и защита лабораторных работ
				8	Опрос на практических занятиях
2. Модуль №2 Проблемы проектирования ПЛИС	–	8	8	16	Выполнение и защита лабораторных работ
				8	Опрос на практических занятиях
				28	Защита практического задания

#### 4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Экономические предпосылки применения ПЛИС, рыночное окно, сроки проектирования и стоимости ИС, классификация интегральных схем. маршруты проектирования, классификация интегральных схем. Маршруты проектирования цифровых ИС, область применения ПЛИС, основные обозначения и термины. Характеристики ПЛИС семейства Spartan-3E, обозначения ИС семейства Spartan-3E, типы корпусов, архитектура ПЛИС семейства Spartan-3E, структура КЛБ (CLB), трассировочные ресурсы, глобальные цепи синхронизации (Clock Network), встроенные блоки памяти (BRAM), блок управления тактовыми

			сигналами (DCM).
	2	2	Характеристики CPLD фирмы Xilinx семейства XC9500XV, обозначения ИС, типы корпусов, архитектура CPLD.
	3	2	Периферийное сканирование, конфигурация ПЛИС, форматы файлов конфигурации, программные средства для конфигурации, обеспечение конфиденциальности, способы конфигурации ПЛИС (последовательная, параллельная загрузка, режим ведущего и режим ведомого устройства, загрузка через JTAG), алгоритм конфигурации ИС ПЛИС, загрузка нескольких ПЛИС, назначение служебных выводов ПЛИС для конфигурации.
	4	2	Маршрут проектирования систем с применением ПЛИС
2	5	2	Автоматы. Виды автоматов. Способы построения.
	6	2	САПР для проектирования конфигурационных файлов ПЛИС. Состязания в ИС и метастабильные состояния. Причины появления. Способы коррекции.
	7	2	Введение в Verilog HDL
	8	2	Основы проектирования цифровых схем.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4	Способы реализации комбинационных схем на схемотехническом и функционально-логическом уровне
	2	4	Реализация драйвера клавиатуры лабораторного макета
2	3	8	Способы реализации конечных автоматов

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Подготовка к опросам
	16	Подготовка к лабораторным работам
2	8	Подготовка к опросам
	16	Подготовка к лабораторным работам
	28	Выполнение практического задания

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <https://orioks.miet.ru/moodle/course/view.php?id=863>):

Методические указания студентам по изучению дисциплины «Проектирование сверхбольших интегральных схем на программируемых кристаллах».

#### Модуль 1 «Введение в предмет курса»

М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 397с.

- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам выдаются руководителем лабораторных занятий
- ✓ Материалы к ПЗ1 часть 1 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5069>
- ✓ Материалы к ПЗ1 часть 2 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5070>
- ✓ Материалы к ПЗ2 часть 1 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5071>
- ✓ Материалы к ПЗ2 часть 2 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5072>

#### Модуль 2 «Проблемы проектирования ПЛИС»

М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 1. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009, 397с.

- ✓ Материалы для подготовки к лабораторным работам выдаются руководителем лабораторных занятий.
- ✓ Материалы к ПЗ3 часть 1 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5937>
- ✓ Материалы к ПЗ3 часть 2 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5938>
- ✓ Материалы к ПЗ4 часть 1 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5939>
- ✓ Материалы к ПЗ4 часть 2 <https://orioks.miet.ru/moodle/mod/url/view.php?id=5940>

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования / М.А. Королев, [и др.]; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 422 с.

2. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем : Учеб. пособие: В 2-х ч. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 397 с.
3. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения : Учеб. пособие / Под ред. К.О. Петросянца; Рец. М.А. Королев. - М. : СОЛОН-Пресс, 2017. - 556 с.
4. Баранов С.И. Цифровые устройства на программируемых БИС с матричной структурой / С.И. Баранов, В.А. Складов. - М. : Радио и связь, 1986. - 272 с.

#### **Периодические издания**

1. RUSSIAN MICROELECTRONICS. - Springer, [2000] - . - URL: <http://link.springer.com/journal/11180> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ
2. Известия вузов. Электроника : Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996 - .
3. IEEE Transactions on Electron Devices. - USA : IEEE, [б.г.]. - URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=16> (дата обращения: 14.06.2018). - Режим доступа: по подписке МИЭТ
4. Электроника: Наука. Технология. Бизнес : Научно-технический журнал / Издается при поддержке Российского агентства по системам управления. - М. : Техносфера, 1996 - .

#### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 - . - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для зарегистрир. Пользователей
2. SCOPUS : Библиографическая и реферативная база данных научной периодики : сайт. - URL: [www.scopus.com/](http://www.scopus.com/) (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. пользователей МИЭТ

#### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС <http://orioks.miet.ru>.

В ходе реализации обучения используются **смешанное обучение**, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения. Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта преподавателя. Информационно-коммуникативные технологии с использованием сети Интернет применяются для консультирования студентов, в том числе с использованием сервисов Zoom.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы**: учебный портал АНО еНано, Коллекция онлайн-ресурсов по нанотехнологиям и технологическому предпринимательству (раздел «Оптика и электроника») [edunano.ru/nanotekhnologii/otkrytaya-kollektsiya/](http://edunano.ru/nanotekhnologii/otkrytaya-kollektsiya/).

Дисциплина может реализовываться с использованием дистанционного обучения. При дистанционном обучении проводятся online практические занятия с использованием платформы Zoom, вся информация доступна для студентов через среду ОРИОКС.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебной аудитории № 4245	Рабочие станции HP Z600 IEMS#13	Программное обеспечение САПР Xilinx ISE 14.7 Web Pack, Altium
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Windows, Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по компетенции/подкомпетенции ПК-5.ПСБИСПрКр «Способен программировать с использованием высокоуровневых языков описания аппаратуры».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

Освоение теоретического материала проверяется во время опросов на практических занятиях. Проверка опыта программирования цифровых приборов на языках Verilog, VHDL осуществляется в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, а также в процессе защиты практического задания на описание цифровой схем языке Verilog.

Выполнение и защита лабораторных работ проводятся в индивидуальном порядке и являются обязательными. Вариант задания уточняется преподавателем. На защиту необходимо предоставить отчет с результатами выполнения работы, оформленный в соответствии с требованиями к отчету, и ответить на контрольные вопросы.

Во время самостоятельной работы необходимо готовиться к лабораторным работам, опросам на практических занятиях и выполнить практическое задание.

Консультации проводятся в очной и онлайн формах в часы консультаций.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 18 учебных недель.

### 11.2 Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия и активность в семестре. По сумме баллов оценивается успеваемость студентов по дисциплине: если сумма баллов по результатам прохождения всех контрольных мероприятий, включая оценку активности в семестре, составляет 50 баллов и выше, ставится зачет. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС (<http://orioks.miet.ru/>).

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент, к.т.н.



/ Е.С. Пьянков /

Рабочая программа дисциплины «Проектирование сверхбольших интегральных схем на программируемых кристаллах» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» направленности (профилю) «Проектирование и технология устройств интегральной наноэлектроники» разработана на кафедре ИЭМС и утверждена на заседании кафедры 26.11 2020 года, протокол № 5

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  / Ю.А. Чаплыгин /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК \_\_\_\_\_  / И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки \_\_\_\_\_  / Т.П. Филиппова /