

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.09.2026 12:57:06
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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

А.Г. Балашов

«30» сентября 2026 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование цифровых устройств в VHDL»

Направление 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) «Проектирование радиоинформационных систем»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат 009BD2B5B7DC0794F9C207D6C8F586BD59
Владелец ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"
Действителен с 16.06.2026 по 09.09.2027

Москва 2026 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.048 «Инженер-радиоэлектронщик в области радиотехники и телекоммуникаций»

Обобщенная трудовая функция [С] Разработка электрических схем и технической документации на радиоэлектронные средства различного назначения

Трудовая функция С/01.6 Разработка электрических схем радиоэлектронных средств и их составных частей

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-3.ПрЦУ. VHDL Способен к расчету и проектированию отдельных цифровых устройств с применением языков описания аппаратуры	Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования узлов и устройств радиоинформационных систем связного назначения	Знания основных понятий и принципов, применяющихся при разработке цифровых устройств, спецификации и синтаксиса языка описания аппаратуры «VHDL». Умения проектировать логику работы цифровой схемы, её структуру и иерархию, описывать на языке описания аппаратуры, проводить моделирование и отладку, осуществлять синтез схемы и программирование ПЛИС. Опыт разработки и отладки цифровых схем для 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 – необходимы компетенции в области цифровой схемотехники, дискретной математики, алгебры логики.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельные работы (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	3	108	-	32	16	60	ЗаО

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельные работы (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1. Внутренняя структура FPGA.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания
Модуль 2. DSP ячейки в FPGA.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания
Модуль 3. Память в FPGA. LUTRAM и BRAM.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания
Модуль 4. Конвейеры и систолические массивы.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания Тестирование
Модуль 5. Шина AXI-Stream, Valid- Ready, Credit Flow control.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания
Модуль 6. PLL, пересечение доменов тактовых частот.	-	4	2	7	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельные работы (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 7. Системная шина APB.	-	4	2	9	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания
Модуль 8. Системная шина AXI.	-	4	2	9	Защита ЛР Предоставление на проверку выполнения самостоятельного задания

4.1. Лекционные занятия

Не предусмотрены

4.2. Практические занятия

№ модуля	дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	2	Практическое занятие посвящено повторению курса цифровой схемотехники в объеме, необходимом для изучения дисциплины. На примере логических вентилей и логических примитивов изучаются конструкции языка VHDL, предназначенные для описания комбинаторной логики. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №1.
2	2	2	2	Практическое занятие посвящено изучению синхронной логики и запоминающих ячеек в цифровой схемотехнике. На примере триггеров и простого устройства (счетчика) показываются конструкции языка VHDL для описания соответствующих элементов. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №2.
3	3	2	2	В данном практическом занятии на примере простого устройства (секундомера) изучаются подходы к структурному и иерархическому проектированию цифровых устройств. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №3.
4	4	2	2	Практическое занятие посвящено изучению конечных автоматов и их применению для управления цифровыми устройствами. Занятие

№ модуля	дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
				предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №4.
5	5	2		Практическое занятие посвящено изучению существующих типов памяти и способов их описания на языке VHDL. Изучаются распространенные структуры данных (очередь и стек). Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №5.
6	6	2		Практическое занятие посвящено изучению последовательных интерфейсов передачи данных на примере интерфейса PS/2. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №6.
7	7	2		На данном занятии рассматриваются основы цифровой обработки и синтеза сигналов на примере генерации волн звукового диапазона. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №7.
8	8	2		На данном занятии рассматриваются основы цифровой обработки и синтеза сигналов на примере генерации волн звукового диапазона. Занятие предназначено для подготовки студентов к выполнению лабораторной работы №8

4.3 Лабораторные работы

№ модуля	дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	1	4		Внутренняя структура FPGA.
2	2	4		DSP ячейки в FPGA.
3	3	4		Память в FPGA. LUTRAM и BRAM.
4	4	4		Конвейеры и систолические массивы.
5	5	4		Шина AXI-Stream, Valid-Ready, Credit Flow control.
6	6	4		PLL, пересечение доменов тактовых частот.
7	7	4		Системная шина APB.
8	8	4		Системная шина AXI4

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
2		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
3		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
4		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
5		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
6		3	Подготовка к защите ЛР
		4	Выполнение самостоятельного задания
7		4	Подготовка к защите ЛР
		5	Выполнение самостоятельного задания
8		4	Подготовка к защите ЛР
		5	Выполнение самостоятельного 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/>):

- ✓ Сценарий дисциплины
- ✓ Лабораторный практикум
- ✓ Ссылки на литературу по всей дисциплине;

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переверзев А.Л. Моделирование микропроцессорных систем на базе программируемых логических интегральных схем с использованием Verilog HDL и САПР Altera Quartus : Лабораторный практикум по курсу "Микропроцессорные средства и системы" / А.Л. Переверзев; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Ю.В. Савченко. - М. : МИЭТ, 2010. - 60 с.
2. Дэвид М. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Дэвид М. Харрис, Сара М. Харрис. - М. : ДМК Пресс, 2017. - 792. - URL: <https://e.lanbook.com/book/97336> (дата обращения: 16.03.2026). - ISBN 978-5-97060-522-6 : 0-00. - Текст : электронный.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2025). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2025); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **традиционное обучение**.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Лаборатория прототипирования и тестирования ИУС	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Panasonic PT-LW373 HP ProCurve Switch 2848 J4904A HP ProCurve Switch 2824 J4904A National Instruments ELVIS National Instruments NI PXI-1033	Windows 7 Pro и выше Xilinx Vivado версии 2019.2 и выше; браузер (Firefox, Google Chrome); Git.
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 Microsoft Office браузер Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ПК-3.ПрЦУ.VHDL Способен к расчету и проектированию отдельных цифровых устройств с применением языков описания аппаратуры

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Рекомендуется перед выполнением лабораторной работы ознакомиться с методическими указаниями. При выполнении лабораторных работ в учебном классе сначала преподавателем разъясняется цель и задачи лабораторной работы, даётся краткое изложение сути работы, указываются особенности и даются необходимые пояснения, необходимые для её выполнения. Объём информации, которую доносит преподаватель до студентов на этом этапе, определяется им индивидуально в зависимости от уровня подготовки студентов в группе обучающихся, однако, длительность изложения материала не должна превышать одного учебного часа.

При дистанционном довыполнении лабораторных работ каждым студентом оформляется отчёт о выполнении лабораторных работ, с приложением необходимых для подтверждения правильного функционирования устройства временных диаграмм. Этот отчёт направляется преподавателю, который сначала оценивается им на предмет полноты выполнения лабораторной работы и правильности оформления отчёта, а затем с помощью информационной среды дистанционного проведения занятий связывается со студентом и задаёт уточняющие вопросы, в том числе и для того, чтобы убедиться в самостоятельном выполнении работы.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные задания по тематике лабораторных работ. Самостоятельные задания могут выполняться как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные задания включают в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных на лабораторных работах, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

По завершению обучения проводится представление результатов выполнения самостоятельного задания, оно может проводиться как на лабораторных работах, так и дистанционно (путем общения с преподавателем по средствам электронной связи).

Критерием оценки самостоятельных работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а также при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

11.2. Система контроля и оценивания

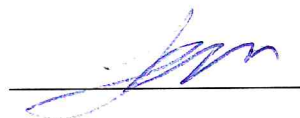
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 75 баллов) и сдача зачета (25 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

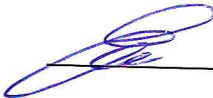
РАЗРАБОТЧИКИ:

Старший преподаватель Института МПСУ

 / Е.В. Примаков

Рабочая программа дисциплины «Проектирование цифровых устройств в VHDL» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника», направленности (профилю) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «25» марта 2026 г., протокол №6.

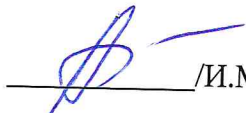
Зам.директора института МПСУ по ОД

 /Ю.М. Мелёшин/

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/