

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	6 семестр - 24 часа;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 111,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Коллоквиум Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Комаров А.А.
	Идентификатор	R8495daf1-KomarovAIA-eada3f0e

А.А. Комаров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Остапенков П.С.
	Идентификатор	R6356f55c-OstapenkovPS-854af18

П.С. Остапенков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении методов синтеза, анализа и экспериментального исследования цифровых устройств радиотехнического применения.

Задачи дисциплины

- изучение основ теории синтеза цифровых устройств;
- овладение знаниями о функционировании и построении типовых узлов цифровых устройств и систем на современной элементной базе;
- обучение методике проектирования и экспериментального исследования цифровых, цифро-аналоговых и аналого-цифровых устройств;
- ознакомление с методами проектирования цифровых устройств на основе программируемых логических схем с помощью систем автоматизированного проектирования.

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-3 Способен выполнять физическое моделирование (проведение эксперимента) процессов формирования, передачи, приема и обработки радиосигналов в радиоэлектронных устройствах, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных	ИД-2 _{ПК-3} Умеет проводить физическое моделирование, осуществлять выбор технических средств для проведения эксперимента, обрабатывать результаты эксперимента, оценивать погрешности экспериментальных данных	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- функционирование и построение типовых узлов цифровых устройств;- основные термины, определения и понятия цифровой техники, схемотехнику элементной базы цифровых электронных устройств;- методы синтеза, анализа и отладки цифровых устройств;- методы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигналов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования цифровых узлов и устройств радиотехнических систем;- выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;- получать обоснованные выводы из экспериментальных данных;- реализовать и отладить цифровые устройства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 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	Элементная база цифровых устройств	22	6	4	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [3], стр. 5-60 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторным работам № 1,2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 5-60	
1.1	Элементная база цифровых устройств	22		4	4	2	-	-	-	-	-	12	-		
2	Основы теории синтеза цифровых устройств	14		4	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 5-43 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-43
2.1	Основы теории синтеза цифровых устройств	14		4	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Комбинационные цифровые устройства	18		2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 3 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 48-69 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 48-69
3.1	Комбинационные цифровые устройства	18		2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
4	Триггеры	18		2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 4 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 48-69 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 70-95
4.1	Триггеры	18		2	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	
5	Счетчики	20		4	4	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>

5.1	Счетчики	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	Подготовка к лабораторной работе № 5 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 70-95 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 96-119
6	Регистры и устройства на их основе	18	2	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 6 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 120-142 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 120-142
6.1	Регистры и устройства на их основе	18	2	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> подготовка к контрольной работе «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС» <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2], стр. 4-30 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 8 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [6], стр. 52-83, 101-126 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 3-40
7	Преобразователи сигналов	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	
7.1	Преобразователи сигналов	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 4-30
8	Программируемые логические интегральные схемы	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8.1	Программируемые логические интегральные схемы	14	6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	28	24	14	-	2	-	-	0.5	78	33.5	
	Итого за семестр	180.0	28	24	14	2	-	-	-	0.5	111.5		

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. Элементная база цифровых устройств

1.1. Элементная база цифровых устройств

Понятие о цифровых устройствах и методе их синтеза. Переключательные функции и логические элементы. Элементная база цифровых устройств. Цифровые интегральные схемы (ЦИС), основные статические и динамические характеристики и параметры. Понятие серии ЦИС, классификация, обозначения. Транзисторно-транзисторные логические (ТТЛ, ТТЛШ) элементы, быстродействующие эмиттерно-связанные (ЭСЛ) элементы, логические элементы на полевых транзисторах (КМОП элементы). Варианты схемных построений, функционирование, характеристики и параметры. Шинные драйверы. Схемы, функционирование, параметры, характеристики..

2. Основы теории синтеза цифровых устройств

2.1. Основы теории синтеза цифровых устройств

Постановка задачи синтеза цифровых устройств (автоматов). Представление информации в цифровом виде. Системы счисления. Двоичная, восьмеричная и шестнадцатеричная системы счисления, переход от одной системы к другой. Основы алгебры логики и теории переключательных функций. Аксиомы, тождества и теоремы алгебры логики. Логические функции двух аргументов и двухвыходовые логические элементы, минтермы и макстермы. Способы задания логических функций и переход от одной формы к другой. Функциональная полнота наборов функций и логических элементов. Минимизация логических функций. Методы Квайна и Вейча-Карно. Минимизация частично определенных функций. Совместная минимизация логических функций. Классификация цифровых устройств..

3. Комбинационные цифровые устройства

3.1. Комбинационные цифровые устройства

Комбинационные цифровые устройства и их синтез в различных наборах логических элементов. Арифметические сумматоры, Прямой, обратный и дополнительный коды, их использование для алгебраического сложения. Цифровые умножители двоичных чисел. Шифраторы, дешифраторы, кодопреобразователи, мультиплексоры, демультиплексоры. Цифровые компараторы..

4. Триггеры

4.1. Триггеры

Последовательностные цифровые устройства. Асинхронные и синхронные цифровые автоматы и особенности их синтеза. Триггеры. Классификация триггеров, параметры быстродействия. Асинхронные и синхронные триггеры с установочными входами и потенциальным управлением. Синтез, анализ функционирования и быстродействия. Триггеры задержки, счетные и универсальные триггеры с динамическим управлением, особенности построения и функционирования. Взаимозаменяемость различных триггеров..

5. Счетчики

5.1. Счетчики

Счетчики и их классификация по модулю счета, коду, способу переключения разрядов, арифметической операции. Синхронные и асинхронные счетчики, синтез и анализ функционирования, оценка быстродействия. Особенности схемного построения,

функционирования и применения универсальных счетчиков в интегральном исполнении. Нарращивание разрядности счетчиков..

6. Регистры и устройства на их основе

6.1. Регистры и устройства на их основе

Регистры и их классификация по способу ввода-вывода информации. Регистры памяти и сдвигающие регистры. Универсальные регистры ЦИС. Радиотехнические устройства, реализуемые на основе регистров: распределители импульсов, кольцевые счетчики, генераторы кодовых последовательностей. Синтез и анализ устройств на ЦИС..

7. Преобразователи сигналов

7.1. Преобразователи сигналов

Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП), принцип действия, основные параметры. Функциональные цифроаналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП), классификация по методу преобразования. Параллельный АЦП. Конвейерный АЦП, дельта-сигма АЦП..

8. Программируемые логические интегральные схемы

8.1. Программируемые логические интегральные схемы

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Упрощенная структурная схема ПЛИС, ее основные узлы, программирование, функционирование. ПЛИС семейств CPLD и FPGA. Архитектура, основные узлы. Конфигурируемые логические блоки, конфигурируемые блоки памяти, блоки DSP и PLL и блоки ввода-вывода. Системы автоматизированного проектирования (САПР) ПЛИС. Основные операции САПР, выполняемые при проектировании цифровых устройств на ПЛИС..

3.3. Темы практических занятий

1. Программирование простейшей ПЛИС;
2. Анализ комбинированных регистров. Синтез и анализ устройств на основе регистров сдвига;
3. Анализ и синтез синхронных и асинхронных счетчиков;
4. Синтез и анализ схем триггеров;
5. Минимизация и синтез цифровых устройств. Комбинационные устройства широкого применения;
6. Разновидности схемных построений логических элементов;
7. Анализ характеристик цифровых интегральных схем;
8. Анализ схем цифроаналоговых преобразователей. Анализ схем аналого-цифровых преобразователей..

3.4. Темы лабораторных работ

1. Синтез и исследование триггеров;
2. Методы и средства исследования характеристик цифровых интегральных схем;
3. Исследование логических элементов цифровых интегральных схем;
4. Синтез и исследование комбинационных цифровых устройств;
5. Синтез и исследование счетчиков;
6. Синтез и исследование устройств на основе регистров;

7. Исследование цифроаналоговых преобразователей.

3.5 Консультации

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	7	8		
Знать:											
методы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигналов	ИД-2ПК-3								+		Коллоквиум/Защита лабораторной работы №7
методы синтеза, анализа и отладки цифровых устройств	ИД-2ПК-3		+	+							Коллоквиум/Защита лабораторной работы №3
основные термины, определения и понятия цифровой техники, схемотехнику элементной базы цифровых электронных устройств	ИД-2ПК-3	+									Коллоквиум/Защита лабораторной работы №1
функционирование и построение типовых узлов цифровых устройств	ИД-2ПК-3				+						Коллоквиум/Защита лабораторной работы №4
Уметь:											
реализовать и отладить цифровые устройства	ИД-2ПК-3							+			Коллоквиум/Защита лабораторной работы №6
получать обоснованные выводы из экспериментальных данных	ИД-2ПК-3	+									Коллоквиум/Защита лабораторной работы №2
выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием	ИД-2ПК-3					+					Коллоквиум/Защита лабораторной работы №5
осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования цифровых узлов и устройств радиотехнических систем	ИД-2ПК-3								+		Контрольная работа/Контрольная работа «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС»

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС» (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)
4. Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)
5. Защита лабораторной работы №5 (Коллоквиум)
6. Защита лабораторной работы №6 (Коллоквиум)
7. Защита лабораторной работы №7 (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

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

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Матюшин, О. Т. Цифровые устройства и subsystemы : учебное пособие по курсу "Цифровые устройства и микропроцессоры" по направлению "Радиотехника" / О. Т. Матюшин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 144 с. – ISBN 978-5-383-00435-7.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=767>;

2. Матюшин, О. Т. Архитектура и функционирование ПЛИС : Учебное пособие по курсам "Цифровые устройства и микропроцессоры", "Методы и устройства цифровой обработки сигналов", по направлению "Радиотехника" / О. Т. Матюшин ; Ред. А. И. Баскаков ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 32 с. – ISBN 5-7046-0901-5.;

3. Нарышкин, А. К. Логические элементы цифровых устройств : Учебное пособие по курсу "Цифровые устройства и микропроцессоры" по направлению "Радиотехника" / А. К. Нарышкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 64 с. – ISBN 5-7046-1056-0.;

4. Красовский А. Б., Соболев В. А.- "Аналого-цифровой и цифроаналоговый преобразователи", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2013 - (44 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52084.

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. Quartus;
6. GNU Octave.

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
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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-400, Учебная аудитория "А"	парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-801/3, Учебная лаборатория цифровых устройств	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-801/3, Учебная лаборатория цифровых устройств	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-801/3, Учебная лаборатория цифровых устройств	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-801/10, Кабинет сотрудников каф.	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный,

	"РТП"	компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-802/4, Склад инвентаря и оборудования	стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, сервер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровые устройства и программируемые логические интегральные схемы

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1 (Коллоквиум)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №2 (Коллоквиум)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №3 (Коллоквиум)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №4 (Коллоквиум)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №5 (Коллоквиум)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №6 (Коллоквиум)
- КМ-7 Защита лабораторной работы №7 (Коллоквиум)
- КМ-8 Контрольная работа «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	2	4	6	8	10	12	14	14
1	Элементная база цифровых устройств									
1.1	Элементная база цифровых устройств		+	+						
2	Основы теории синтеза цифровых устройств									
2.1	Основы теории синтеза цифровых устройств				+					
3	Комбинационные цифровые устройства									
3.1	Комбинационные цифровые устройства				+					
4	Триггеры									
4.1	Триггеры					+				
5	Счетчики									
5.1	Счетчики						+			
6	Регистры и устройства на их основе									
6.1	Регистры и устройства на их основе							+		

7	Преобразователи сигналов								
7.1	Преобразователи сигналов							+	
8	Программируемые логические интегральные схемы								
8.1	Программируемые логические интегральные схемы								+
Вес КМ, %:		9	13	13	13	13	13	13	13