

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

Направление подготовки/специальность: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Наименование образовательной программы: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

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.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	6 семестр - 42 часа;
Практические занятия	6 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	6 семестр - 28 часа;
Консультации	6 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	6 семестр - 93,5 часа;
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 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.А. Комаров

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жихарева Г.В.
	Идентификатор	Rdb27a5d8-ZhikharevaGV-9fcbf8c

(подпись)

Г.В. Жихарева

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

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-2 Способен участвовать в проектировании биотехнических систем	ИД-2 _{ПК-2} Разрабатывает функциональные и структурные схемы биотехнических систем в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования	знать: - функционирование и построение типовых узлов цифровых устройств; - методы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования сигналов; - основные термины, определения и понятия цифровой техники, схемотехнику элементной базы цифровых электронных устройств; - методы синтеза, анализа и отладки цифровых устройств. уметь: - выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; - реализовать и отладить цифровые устройства; - получать обоснованные выводы из экспериментальных данных; - осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования цифровых узлов и устройств радиотехнических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Биотехнические и медицинские аппараты и системы (далее – ОПОП), направления подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии, 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	28	6	6	8	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	28		6	8	2	-	-	-	-	-	12	-		
2	Основы теории синтеза цифровых устройств	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<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	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Комбинационные цифровые устройства	15		2	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 48-69 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 48-69
3.1	Комбинационные цифровые устройства	15		2	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	
4	Триггеры	19		6	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 48-69 <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 4 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 70-95
4.1	Триггеры	19		6	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	
5	Счетчики	19	6	4	2	-	-	-	-	-	-	7	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>	

5.1	Счетчики	19	6	4	2	-	-	-	-	-	7	-	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	19	6	4	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [1], стр. 120-142
6.1	Регистры и устройства на их основе	19	6	4	2	-	-	-	-	-	7	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 6 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 120-142
7	Преобразователи сигналов	17.5	4	4	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе № 8
7.1	Преобразователи сигналов	17.5	4	4	2	-	-	-	-	-	7.5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [6], стр. 52-83, 101-126 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> [2], стр. 4-30 <u>Подготовка к контрольной работе:</u> подготовка к контрольной работе «Проектирование цифровых устройств на ПЛИС» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 3-40
8	Программируемые логические интегральные схемы	14.5	8	-	2	-	-	-	-	-	4.5	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 4-30
8.1	Программируемые логические интегральные схемы	14.5	8	-	2	-	-	-	-	-	4.5	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0	42	28	14	-	2	-	-	0.5	60.0	33.5	
	Итого за семестр	180.0	42	28	14	2	-	-	-	0.5	93.5		

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

3.4. Темы лабораторных работ

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

7. Синтез и исследование триггеров.

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

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.

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 подсистемы : 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://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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;
3. Windows;
4. Matlab;
5. Майнд Видеоконференции;
6. 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
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-612, Учебная аудитория каф. "РТП и АС"	парта со скамьей, стол компьютерный, стул, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-801/3, Учебная лаборатория цифровых устройств	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-800/1, Учебная лаборатория антенных систем и распространения радиоволн	парта, парта со скамьей, стол преподавателя, стол, стул, шкаф для документов, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, стенд лабораторный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-801/9, Кабинет сотрудников каф. "РТП"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, ноутбук, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-800/7, Архив каф. "РТП и АС"	стол, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, холодильник

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