

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2025 12:55:50  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73676c8f8bca882b8d603

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  
« 27 » июля 2020 г.  
М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Микроконтроллеры и встраиваемые системы»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Направленность (профиль) – «Вычислительная техника в научных исследованиях»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-7 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	ОПК-7.МВССпособен проектировать с использованием САПР цифровые узлы встраиваемых систем к нуждам отечественных предприятий	<b>Знания</b> методов аналитического синтеза элементов цифровой схемотехники (карты Карно, таблицы истинности, аналитическая минимизация ФАЛ); принципов функционирования базовых элементов цифровой схемотехники. <b>Знания</b> видов современных архитектур вычислительных систем. <b>Умения</b> синтезировать и моделировать работу комбинационных и последовательностных узлов цифровой схемотехники с учётом ограничений используемой элементной базы, в том числе отечественного производства. <b>Опыт</b> использования зарубежных систем автоматизированного проектирования («MAX+PLUSII», «Quartus» или др.) для разработки функциональных блоков цифровой схемотехники и адаптации к нуждам отечественных предприятий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области математического анализа, дискретной математики, электротехники, электроники.

### 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	5	180	32	32	16	64	36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
<b>Модуль 1</b> Арифметические и логические основы ЭВМ	2	0	4	6	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 2</b> Триггерные устройства	2	4	2	6	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 3</b> Регистры	4	4	2	10	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 4</b> Счётчики и пересчётные устройства	4	4	8	14	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 5</b> Комбинационные схемы	4	4	0	4	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 6</b> Функциональные модули процессора	6	8	0	10	Тестирование. Сдача этапа инд. задания
<b>Модуль 7</b> Архитектура и микро-архитектура процессора	10	8	0	14	Тестирование. Сдача этапа инд. задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Булева Алгебра. Аксиомы и законы. Формы представления функций алгебры логики. Карты Карно. Минимизация функций алгебры логики.
2	2	2	Общие положения о триггерах. <i>RS</i> триггер. Разновидности <i>RS</i> триггеров. Универсальные синхронные <i>D</i> - и <i>JK</i> -триггеры. Синтез произвольных триггерных устройств.
3	3	2	Регистры. Параллельные регистры. Сдвиговые регистры. Полные графы переходов сдвиговых регистров.
	4	2	Делители частоты, проектируемые на сдвиговых регистрах. Кольцевые счётчики. Универсальные регистры.
4	5	2	Счётчики и пересчётные устройства. Определения, классификация. Базовые структуры счётчиков.
	6	2	Синтез синхронных и асинхронных счётчиков. Синтез пересчётных устройств.
5	7	2	Дешифраторы. Шифраторы. Мультиплексоры. Компараторы. Сдвигатели.
	8	2	Сумматоры. Матричные комбинационные умножители.
6	9	2	Обобщённая структура процессора. Устройство и принцип работы программируемых логических интегральных схем. Основные синтаксические конструкции языка описания аппаратуры Verilog HDL.
	10	2	Основы цифровой арифметики, разработка цифрового сумматоров с последовательным, ускоренным и префиксным переносами. Два подхода к реализации арифметико-логических устройств.
	11	2	Строение стандартных ячеек памяти: защёлки, триггеры, регистры. Построение адресуемых структур: регистровый файл, память. Конечные автоматы и некоторые распространённые примеры таких функциональных устройств. Разбор архитектуры и микроархитектуры примитивного программируемого устройства.
7	12	2	Понятие архитектуры системы команд. Особенности архитектуры RISC-V и её языка ассемблера. Базовый набор целочисленных команд RV32I и псевдоинструкции. Форматы кодирования инструкций и способы адресации операндов.
	13	2	Примеры трансляции основных синтаксических конструкций языков высокого уровня в язык ассемблера RISC-V: условные операторы, циклы, вызовы подпрограмм, передача сложных структур в качестве аргумента. Карта памяти.
	14	2	Синтез процессора с одноктактной микроархитектурой, поддерживаю-

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			щий набор инструкций RV32I. Анализ полученного решения и оценка эффективности.
	15	2	Виды и классификация архитектур по месту расположения операндов, сложности кодирования инструкций и способам реализации условных переходов. Классификация команд процессора по функциональному назначению и способам адресации операндов. Обзор коммерческих архитектур на примере x86 и ARM.
	16	2	Система памяти. Классификация, виды, используемые технологии построения и основные характеристики систем памяти. Иерархия памяти. Статические и динамические запоминающие устройства.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практической работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
	1	2	Функции алгебры логики
	2	2	Синтез комбинационных узлов с помощью карт Карно
	3	2	Синтез триггерных устройств
	4	2	Синтез регистров
	5	2	Автомат состояний. Синтез делителя частоты
	6	2	Проектирование асинхронного счетчика
	7	2	Проектирование синхронного счетчика
	8	2	Автомат состояний. Синтез пересчетного устройства

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
5	1	4	Синтез и реализация произвольных ФАЛ.
2	2	4	Триггерные устройства. Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по син-

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
			тезу триггерных устройств.
3	3	4	Регистры. Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по синтезу регистров
4	4	4	Счётчики и пересчётные устройства. Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по синтезу счетчиков
6	5	4	Разработка арифметико-логического устройства Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по синтезу АЛУ
	6	4	Разработка регистрового арифметико-логического устройства
7	7	4	Разработка вычислительного устройства с микропрограммным управлением
	8	4	Отладка проекта вычислительного устройства с микропрограммным управлением на учебном стенде

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Изучение дополнительных материалов по следующим темам: системы счисления, двоичная разрядная сетка и её параметры, форматы чисел со знаком, операции над ними.
	2	Изучение рисков сбоя в комбинационных схемах.
	2	Самостоятельная расчётно-графическая работа по булевой алгебре, поиску лишних импликант и минимизации функций алгебры логики.
2	2	Изучение дополнительных материалов по триггерным устройствам.
	2	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по триггерным устройствам.
	2	Самостоятельная расчётно-графическая работа по синтезу триггерных устройств.
3	2	Изучение дополнительных материалов по регистровым устройствам.
	3	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по разделу Регистры.
	2	Самостоятельная расчётно-графическая работа по синтезу разряда па-

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
		параллельного регистра.
	3	Самостоятельная расчётно-графическая работа по синтезу делителя частоты на базе сдвигового регистра.
4	2	Изучение дополнительных материалов по счётчикам и пересчётным устройствам.
	3	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по теме Счётчики и пересчётные устройства.
	3	Расчётно-графическая работа по синтезу синхронных счётчиков.
	3	Расчётно-графическая работа по синтезу асинхронных счётчиков.
	3	Самостоятельная расчётно-графическая работа по синтезу пересчётных устройств.
5	2	Изучение дополнительных материалов по комбинационным узлам.
	2	Самостоятельная расчётно-графическая работа (домашнее задание) по синтезу комбинационных схем.
6	2	Подготовка к лабораторной работе 5,6
	2	Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по синтезу устройства управления
	6	Подготовка к тестированию по модулю 6
7	2	Подготовка к лабораторной работе 6, 7
	2	Самостоятельное выполнение этапа индивидуального задания по синтезу РАЛУ
	6	Подготовка к тестированию по модулю 7
	2	Изучение литературы, связанной с лекциями 12 – 14
	2	Изучение литературы, связанной с лекциями 15 и 16

#### 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/>):

- ✓ Методические рекомендации
- ✓ Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- ✓ Ссылки на литературу по всей дисциплине
- ✓ Образовательная технология ко всей дисциплине

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

2. Воробьев Н.В. (Автор МИЭТ, ВТ). Схемотехника ЭВМ : Учеб. пособие. Ч. 2 : Последовательностные узлы / Н.В. Воробьев, А.Н. Якунин; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2009. - 284 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0554-9 : б.ц., 200 экз.
3. Якунин А.Н. (Автор МИЭТ, ВТ). Схемотехника ЭВМ : Лабораторный практикум / А.Н. Якунин; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. Н.В. Воробьева. - М. : МИЭТ, 2010. - 132 с. - Имеется электронная версия издания. - б.ц., 200 экз.
4. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. - 4-е изд., стер. - М. : Лань, 2019. - 284. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111201> (дата обращения: 26.02.2021). - ISBN 978-5-8114-0843-6 : 0-00. - Текст : электронный.
5. Травин, Г. А. Основы схемотехники телекоммуникационных устройств учебное пособие / Г. А. Травин. - СПб. : Лань, 2018. - 216. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/101849> (дата обращения: 16.03.2021). - ISBN 978-5-8114-2771-0 : 0-00. - Текст : электронный.

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

1. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2020). - 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: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.
4. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 05.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
5. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 21.10.2020). - Режим доступа: по подписке МИЭТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видео-лекции, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

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 и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах электронных компонентов видео-сервисов:

Плейлист, содержащий десятки видео-файлов: лекции, методические указания по решению задач и выполнению лабораторных работ и др.:

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLH2Iy8E7thrUHrqt2nGMqa8oXb\\_sFNTCv](https://www.youtube.com/playlist?list=PLH2Iy8E7thrUHrqt2nGMqa8oXb_sFNTCv)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	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; Libre Office; Acrobat Reader DC
Лаборатория аппаратных и программных средств ИУС	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; Xilinx Vivado; Intel Quartus Prime; ModelSim;

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
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. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ОПК-7.МВС «Способен проектировать с использованием САПР цифровые узлы встраиваемых систем к нуждам отечественных предприятий».

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**

На практических занятиях широко используются интерактивные методы обучения. Каждый студент по каждой теме получает индивидуальное задание, которое он должен решить к следующему занятию (расчётно-графическая работа).

Семинар, проходящий в диалоговом режиме позволяет студенту приобрести необходимые знания и навыки, которые помогут ему при решении расчётно-графической работы. На каждом практическом занятии студенты выступают у доски, совместно со своими одноклассниками и преподавателям, пытаясь найти методику решения задач, на примере аналогичного задания. Так как задачи имеют типовой характер, это гарантирует повышенное внимание к выступающему коллеге.

Каждое индивидуальное задание проверяется преподавателем на правильность и полноту выполнения и оценивается по пятибалльной шкале. Оценка за задание выставляется по совокупности критериев, таких как: своевременность сдачи, соответствие функциональности требованиям ТЗ, качество и эффективность схмотехнических решений.

Полученные оценки влияют на текущую успеваемость, проставляемую преподавателями в ведомости. На основе получаемых оценок составляется рейтинг успеваемости студентов, который влияет на итоговую оценку освоения дисциплины. Данная методика проведения практических занятий преследует следующие цели:

- организация самостоятельной работы студентов;
- стремление студентов к качественному освоению изучаемого материала с целью повышения своего рейтинга;
- формирование учебной автономности студента, его ответственности за процесс и результаты обучения;
- создание условий, при которых студенты самостоятельно приобретают новые знания из разных источников,
- научить пользоваться приобретёнными знаниями для решения познавательных и практических задач;
- переход от преимущественной активности преподавателя к активности учащихся;
- приобретение коммуникативных умений, работая в группах,
- развить у студентов исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, построения гипотез, обобщения и др.),
- научить самостоятельно оценивать ход и результат учебного процесса.

При изучении материалов на лабораторных работах в компьютерных классах используются и применяются современные достижения науки и техники в виде современных отладочных плат и систем автоматизированного проектирования (САПР MAX+PLUS II, Quartus). Они направлены на повышение качества подготовки студентов путём развития у них творческих способностей и самостоятельности.

Полученные знания на лекциях, практических занятиях, проходящих в активной форме обучения, используются студентами при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ на современном оборудовании, 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 60 баллов) и сдача экзамена (40 баллов).

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

#### РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института МПСУ, д.т.н.



/А.Н. Якунин/

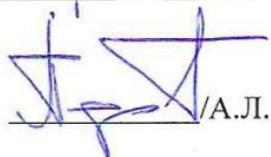
Старший преподаватель Института МПСУ



/М.Г. Попов/

Рабочая программа дисциплины «Основы цифровой схемотехники» по направленности подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Вычислительная техника в научных исследованиях» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30 сентября 2020 года, протокол № 1

Директор Института МПСУ

  
/А.Л. Переверзев/

### 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

  
/Г.П. Филиппова/