

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 12.10.2023 16:05:13  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f85ca862b86602

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

2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы цифровой схемотехники»

Направление подготовки - 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»,  
Направленность (профиль)- «Компьютерная математика и математическое  
моделирование»

Москва 2023 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-4 «Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных, управляющих и вычислительных систем» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.001 «Программист».**

**Обобщенная трудовая функция D (6) – Разработка требований и проектирования программного обеспечения**

**Трудовая функция D /01.6– «Анализ требований к программному обеспечению».**

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-4.ОЦС Способен проектировать последовательностные и комбинационные узлы интегральных логических схем с использованием графического редактора схем	Проведение измерительных экспериментов и оформление результатов исследований при разработке информационно-управляющих систем	<b>Знания:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методов аналитического синтеза элементов цифровой схемотехники (карты Карно, таблицы истинности, аналитическая минимизация ФАЛ).</li><li>- принципов функционирования базовых элементов цифровой схемотехники.</li></ul> <b>Умения:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- проводить функциональное и временное моделирование последовательностных и комбинационных узлов цифровой аппаратуры.</li><li>- аналитически синтезировать последовательностные и комбинационные узлы цифровой аппаратуры.</li><li>- анализировать результат моделирования и верно его интерпретировать в соответствии с поставленной задачей.</li><li>- синтезировать элементы цифровых устройств в САПР AlteraQuartus, Ковчег, Altera MAX+ с помощью графического редактора.</li></ul> <b>Опыт</b> в разработке последовательностных и комбинационных узлов ИС (комбинационные схемы, триггерные устройства, регистры, счетчики).

## 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.

### 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)		
3	5	4	144	32	16	16	80	ЗаО

### 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	6	0	4	16	Тестирование. Проверка выполнения индивидуальных самостоятельных заданий
<b>Модуль 2</b> Триггерные устройства	4	4	2	16	Тестирование. Проверка выполнения индивидуальных самостоятельных заданий
<b>Модуль 3</b> Регистры	2	4	4	20	Тестирование. Проверка выполнения индивидуальных самостоятельных заданий
<b>Модуль 4</b> Счётчики и пересчётные устройства	6	4	4	16	Тестирование. Проверка выполнения индивидуальных самостоятельных заданий
<b>Модуль 5</b> Комбинационные схемы	14	4	2	12	Тестирование. Проверка выполнения индивидуальных самостоятельных заданий

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля	дисциплины	№ лекции	Объем занятия (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. Определения. <i>RS</i> триггер. Синтез структур <i>RS</i> триггера в базисах И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Законы функционирования. Характеристические таблицы. Временные диаграммы работы.
	3	2		Разновидности <i>RS</i> триггеров. Синтез произвольных триггерных устройств. Синхронные триггеры. Универсальные синхронные <i>D</i> - и <i>JK</i> -триггеры. Алгоритм работы, временные диаграммы, характеристические таблицы. Синтез триггерных устройств на базе <i>D</i> - или <i>JK</i> - триггеров.
3	4	2		Регистры. Определения и классификация. Примеры схем, реализуемых на регистрах. Сдвиговые регистры. Синтез структур. Полные графы переходов сдвиговых регистров.
	5	2		Делители частоты, проектируемые на сдвиговых регистрах.
	6	2		Кольцевые счётчики. Универсальные регистры.
4	7	2		Счётчики и пересчётные устройства. Определения, классификация. Базовые структуры счётчиков. Счётчики с параллельным, сквозным, последовательным, групповым переносом.
	8	2		Синтез асинхронных счётчиков и пересчётных устройств.
	9	2		Пересчётные устройства. Синтез пересчётных устройств с повторяющимися состояниями.
5	10	2		Дешифраторы. Классификация и определение. Повышение разрядности дешифрируемого слова. Дешифратор как многофункциональный узел.
	11	2		Шифраторы. Приоритетные шифраторы.
	12	2		Мультиплексоры. Уравнение мультиплексора. Увеличение разрядности.
	13	2		Мультиплексор как многофункциональный узел.
	14	2		Компараторы. Цифровой медианный фильтр. Сдвигатели.
	15	2		Сумматоры. Определение, классификация и параметры. Виды однобитного сумматора. Накапливающие сумматоры. Увеличение разрядности суммируемых слов. Схема ускоренного переноса.
	16	2		Двоично-десятичные сумматоры в коде 8-4-2-1. Матричные комбинационные умножители.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля	дисциплины	№ занятия	Объем занятий (часы)	Наименование и/или краткое содержание практических занятий
1		1	2	Аксиомы и законы Булевой алгебры. Поиск лишних импликант в функциях алгебры логики.
		2	2	Карты Карно. Эталонная и рабочая карты Карно. Минимизация функций алгебры логики с использованием карт Карно. Построение цифровых схем.
2		3	2	RS-триггер и его разновидности. Синтез триггерных устройств с использованием универсального синхронного D-триггера и универсального синхронного JK-триггера.
3		4	2	Синтез регистровых структур.
		5	2	Сдвиговые регистры, синтез делителей частоты.
4		6	2	Синтез синхронных счётчиков и пересчётных устройств.
		7	2	Синтез асинхронных счётчиков и пересчётных устройств.
5		8	2	Синтез пересчётных устройств с повторяющимися состояниями.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля	дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2		1	4	Синтез и реализация произвольных ФАЛ.
3		2	4	Триггерные устройства.
4		3	4	Регистры.
5		4	4	Счётчики и пересчётные устройства.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1		4	Изучение рисков сбоя в комбинационных схемах.
		4	Расчётно-графическая работа по булевой алгебре, поиску лишних импликант и минимизации функций алгебры логики.
		4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике прак-

		тических работ
	4	Подготовка к итоговому контролю.
2	4	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по триггерным устройствам.
	4	Расчётно-графическая работа по синтезу триггерных устройств.
	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
	4	Подготовка к итоговому контролю.
3	4	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по разделу Регистры.
	4	Расчётно-графическая работа по синтезу разряда параллельного регистра.
	4	Расчётно-графическая работа по синтезу делителя частоты на базе сдвигового регистра.
	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
	4	Подготовка к итоговому контролю.
4	4	Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе по теме Счётчики и пересчётные устройства.
	4	Расчётно-графическая работа по синтезу синхронных счётчиков.
	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
	4	Подготовка к итоговому контролю.
5	4	Расчётно-графическая работа (домашнее задание) по синтезу комбинационных схем.
	4	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике практических работ
	4	Подготовка к итоговому контролю.

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

**Модуль 1 «Арифметические и логические основы ЭВМ»:**

[http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0100\\_ALO - Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0100_ALO_-_Prezentatsiya.pdf)

[http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0200\\_Logicheskie\\_ventili - Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0200_Logicheskie_ventili_-_Prezentatsiya.pdf)

**Модуль 2 «Триггерные устройства»:**

<http://emirs.miet.ru/oroks->

[miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0401\\_Obschie\\_polojeniya\\_o\\_triggerah - Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0401_Obschie_polojeniya_o_triggerah_-_Prezentatsiya.pdf)

[http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0410\\_RS-trigger -  
\\_Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0410_RS-trigger_Prezentatsiya.pdf)

**Модуль 3 «Регистры»:**

[http://emirs.miet.ru/oroks-  
miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0800\\_Sdvigovyye\\_registryi\\_Polnyie\\_grafyi\\_perehodov -  
\\_Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0800_Sdvigovyye_registryi_Polnyie_grafyi_perehodov_Prezentatsiya.pdf)

[http://emirs.miet.ru/oroks-  
miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0900\\_Sintez\\_deliteley\\_chastoty - Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/0900_Sintez_deliteley_chastoty_Prezentatsiya.pdf)

**Модуль 4 «Счётчики и пересчётные устройства»:**

[http://emirs.miet.ru/oroks-  
miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/1300\\_Schetchiki\\_i\\_PU\\_Osnovnyie\\_ponyatiya -  
\\_Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/1300_Schetchiki_i_PU_Osnovnyie_ponyatiya_Prezentatsiya.pdf)

[http://emirs.miet.ru/oroks-  
miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/1350\\_Sintez\\_sinhronnyih\\_schetchikov - Prezentatsiya.pdf](http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/ftp/pub/orioks3/2019/10/1350_Sintez_sinhronnyih_schetchikov_Prezentatsiya.pdf)

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Воробьев Н.В. Схемотехника ЭВМ : Учеб. пособие. Ч. 1 : Комбинационные узлы / Н.В. Воробьев, А.Н. Якунин; М-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, МГИЭТ(ТУ). - М. : МИЭТ, 2009. - 160 с.
2. Воробьев Н.В. 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.
3. Якунин А.Н. 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.
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
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.
- 6.

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

1. IEEE/IEE 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 авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей 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 счёт 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

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=PLH2Iy8E7thrUHQrt2nGMqa8oXb\\_sFNtCv](https://www.youtube.com/playlist?list=PLH2Iy8E7thrUHQrt2nGMqa8oXb_sFNtCv)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория прототипирования и тестирования ИУС	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС.	Программное обеспечение: Intel Quartus Prime Lite Edition, САПР Ковчег.
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, 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 ПК-4.ОЦС «Способен проектировать последовательные и комбинационные узлы интегральных логических схем с использованием графического редактора схем».

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

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Все модули могут быть изучены как логически-законченные темы с собственными индивидуальными заданиями на семинарах и лабораторных работах.

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 одногруппниками 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. 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.

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

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

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

Полученные знания на лекциях, на лабораторных работах, а также на семинарских занятиях 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 100 баллов).

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

#### **РАЗРАБОТЧИК:**

Профессор Института МПСУ, д.т.н.



/А.Н. Якунин/

Рабочая программа дисциплины «Основы цифровой схемотехники» по направлению подготовки - 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» направленность (профиль)- «Компьютерная математика и математическое моделирование» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ 19 сентября 2023 года, протокол № 5.

Директор Института МПСУ

 /А.Л. Переверзев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой ВМ-1

Заведующий кафедрой ВМ-1

 / А.А. Прокофьев/


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 /