

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

Направление подготовки/специальность: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Наименование образовательной программы: Системы автоматизированного проектирования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СХЕМОТЕХНИКА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.14.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	5 семестр - 48 часа;
Практические занятия	5 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	5 семестр - 32 часа;
Консультации	5 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	5 семестр - 117,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	5 семестр - 0,50 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Логинов В.А.
	Идентификатор	Re9b3bdf0-LoginovVA-2f7507dc

В.А. Логинов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Андреева И.Н.
	Идентификатор	Rb5322c60-AndreevaIN-0472a135

И.Н. Андреева

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Топорков В.В.
	Идентификатор	Rc76a6458-ToporkovVV-1f71a135

В.В. Топорков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основ элементной базы ЭВМ, принципов построения и функционирования комбинационных и последовательностных схем функциональных узлов и устройств ЭВМ

Задачи дисциплины

- Изучение арифметических и логических основ ЭВМ;
- Овладение методами реализации функций алгебры логики на конкретной элементной базе с целью построения оптимальных схем;
- Освоение принципов функционирования, построения и анализа логических схем функциональных узлов и устройств ЭВМ;
- Изучение методик исследования схем в статическом и динамическом режимах для проверки правильности их работы.

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
ОПК-7 Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов	ИД-1 _{ОПК-7} Демонстрирует знание принципов функционирования цифровых электронных устройств и возможных причин возникновения неисправностей в них	знать: - Принципы функционирования последовательностных схем цифровых устройств ЭВМ; - Принципы функционирования комбинационных схем цифровых устройств; - Арифметические и логические основы работы цифровых электронных устройств. уметь: - Выполнять эксперименты по проверке работы схем и поиску неисправностей в них; - Разрабатывать оптимальные комбинационные схемы цифровых электронных устройств ЭВМ; - Разрабатывать оптимальные последовательностные схемы цифровых электронных устройств ЭВМ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы автоматизированного проектирования (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 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 6 зачетных единиц, 216 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	Функции алгебры логики: привязка к элементной базе	20	5	6	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Функции алгебры логики: привязка к элементной базе"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Функции алгебры логики: привязка к элементной базе" материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Функции алгебры логики: привязка к элементной базе и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 4-22 [4], стр. 10-31, 36-45</p>
1.1	Принципы минимизации ФАЛ, этапы синтеза произвольной логической схемы	20		6	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
2	Комбинационные логические схемы	54		14	12	4	-	-	-	-	-	24	-	
2.1	Методика исследования логических схем в статическом и динамическом режимах, функциональные узлы	54		14	12	4	-	-	-	-	-	24	-	

	комбинационного типа												разделе "Комбинационные логические схемы" материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Комбинационные логические схемы и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 22-44 [4], стр. 32-35, 75-82, 87-107, 120-130
3	Положения теории конечных автоматов	34	8	8	2	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Положения теории конечных автоматов"
3.1	Этапы структурного синтеза конечных автоматов (КА)	34	8	8	2	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Положения теории конечных автоматов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 300-315 [6], стр. 4-10
4	Последовательности схем	38	10	8	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Последовательности схем"
4.1	Функциональные узлы последовательностного типа	38	10	8	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Последовательностные схемы" материалу. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Последовательностные схемы и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 4-22, 31-38

													[4], стр. 166-198, 252-270, 276-290
5	Построение арифметико-логических устройств ЭВМ	34	10	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Построение арифметико-логических устройств ЭВМ"
5.1	Арифметика цифровых устройств	34	10	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Построение арифметико-логических устройств ЭВМ" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 4-43 [5], стр. 445-451
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2.0	-	-	0.50	-	33.5	
	Всего за семестр	216.00	48	32	16	-	2.0	-	-	0.50	84	33.5	
	Итого за семестр	216.00	48	32	16	2.0	-	-	-	0.50	117.5		

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. Функции алгебры логики: привязка к элементной базе

1.1. Принципы минимизации ФАЛ, этапы синтеза произвольной логической схемы

Функции алгебры логики (ФАЛ), применяемые в цифровой аппаратуре. Принципы минимизации ФАЛ. Проблемы оптимизации логических выражений. Практические приемы декомпозиции и дифференцирования ФАЛ. Инверсные и недоопределенные ФАЛ. Привязка ФАЛ к элементной базе. Системы элементов ЭВМ: ТТЛ, ЭСЛ, КМДП, И2Л. Обозначения, основные статические и динамические характеристики. Особенности современных элементов. Двойственность логических схем. Реализация дизъюнктивных и конъюнктивных форм в инвертирующих базисах. Методика и этапы синтеза произвольной логической схемы. Представление сигналов, положительная и отрицательная логика.

2. Комбинационные логические схемы

2.1. Методика исследования логических схем в статическом и динамическом режимах, функциональные узлы комбинационного типа

Методика исследования логических схем в статическом и динамическом режимах. Средства измерения и принципы их выбора. Генераторы испытательных сигналов, электронные осциллографы. Обнаружение неисправностей и рисков сбоев. Функциональные узлы комбинационного типа. Варианты реализации функции сложения по модулю два. Схемы свертки по четности: линейные и пирамидальные, области их применения. Компаратор. Узлы мажоритарного контроля. Преобразователь кода Грея. Дешифраторы: линейный, каскадный, прямоугольный, способы их стробирования. Мультиплексоры. Применение мультиплексора в качестве универсального логического элемента. Декодер-демультиплексор. Шифратор. Схема выделения старшей единицы. Приоритетный шифратор. Преобразователи произвольных кодов. Сумматоры. Способы построения одноразрядных сумматоров на элементах И-НЕ, И-ИЛИ-НЕ. Оценки аппаратурных затрат и времени задержки. Комбинационный многоразрядный сумматор с последовательным переносом. Сумматор с параллельным переносом. Двухъярусные сумматоры: параллельный, цепной, сквозной переносы на втором ярусе. Организация трехъярусных сумматоров. Инкрементор. Декрементор. Вычитатель. Компаратор величин на базе сумматора. Умножитель как матрица сумматоров.

3. Положения теории конечных автоматов

3.1. Этапы структурного синтеза конечных автоматов (КА)

Основные положения теории цифровых конечных автоматов (КА). Структурная схема КА. Граф автомата. Табличная форма представления. Триггер, как элементарный автомат: таблица переходов, аналитическое представление, граф. Этапы структурного синтеза КА. Построение функциональной схемы автомата. Синхронизация в цифровых автоматах.

4. Последовательностные схемы

4.1. Функциональные узлы последовательностного типа

Функциональные узлы последовательностного типа. Триггеры. RS-триггер и его свойства. Прозрачный D-триггер-защелка. Времена подготовки, задержки, выдержки. Двухступенчатый JK-триггер. Свойство непрозрачности этого триггера, работа в режиме T-триггера. Эффект захвата единицы и нуля. Непрозрачный D-триггер Вебба. Асинхронные входы триггеров. Регистры, сдвигающие регистры. Счетчики: с последовательным,

параллельным и групповым переносом, реверсивные, по произвольному основанию. Распределители импульсов.

5. Построение арифметико-логических устройств ЭВМ

5.1. Арифметика цифровых устройств

Арифметика цифровых устройств. Фиксированная и плавающая запятая. Представление отрицательных чисел в ЭВМ. Прямой, обратный, дополнительный коды. Модифицированные коды. Сложение чисел с фиксированной и плавающей запятой на двоичных сумматорах. Операция нормализации. Структурные схемы умножителей. Округление результата умножения. Умножение в дополнительном и обратном кодах. Деление чисел с восстановлением и без восстановления остатка. Способы представления десятичных чисел. Код прямого замещения. Выполнение операций над десятичными числами в ЭВМ. Схема двоично-десятичного сумматора. Код в остатках, выполнение операций в коде в остатках. Подходы к реализации функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа в составе арифметико-логических устройств..

3.3. Темы практических занятий

1. Реализация ФАЛ на элементах с инвертирующими выходами;
2. Построение узлов контроля;
3. Синтез одноразрядных сумматоров;
4. Исследование схем триггеров;
5. Построение схем сдвигающих регистров;
6. Построение схем счетчиков;
7. Структурный синтез автомата;
8. Арифметические основы ЭВМ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Методы минимизации ФАЛ;
2. Применение функции сложения по модулю два в узлах ЭВМ;
3. Дешифраторы. Мультиплексоры. Шифраторы;
4. Сумматоры;
5. Триггеры;
6. Счетчики.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функции алгебры логики: привязка к элементной базе"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Комбинационные логические схемы"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Положения теории конечных автоматов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Последовательностные схемы"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Построение арифметико-логических устройств ЭВМ"

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	
Знать:							
Арифметические и логические основы работы цифровых электронных устройств	ИД-1 _{ОПК-7}	+					Контрольная работа/Минимизация функций алгебры логики
Принципы функционирования комбинационных схем цифровых устройств	ИД-1 _{ОПК-7}		+				Лабораторная работа/Комбинационные схемы Контрольная работа/Построение функциональных (комбинационных и последовательностных) схем
Принципы функционирования последовательностных схем цифровых устройств ЭВМ	ИД-1 _{ОПК-7}				+		Лабораторная работа/Схемы на базе триггеров
Уметь:							
Разрабатывать оптимальные последовательностные схемы цифровых электронных устройств ЭВМ	ИД-1 _{ОПК-7}				+	+	Лабораторная работа/Схемы на базе триггеров
Разрабатывать оптимальные комбинационные схемы цифровых электронных устройств ЭВМ	ИД-1 _{ОПК-7}	+	+				Лабораторная работа/Комбинационные схемы Контрольная работа/Минимизация функций алгебры логики
Выполнять эксперименты по проверке работы схем и поиску неисправностей в них	ИД-1 _{ОПК-7}		+	+			Контрольная работа/Построение функциональных (комбинационных и последовательностных) схем

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Комбинационные схемы (Лабораторная работа)
2. Схемы на базе триггеров (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Минимизация функций алгебры логики (Контрольная работа)
2. Построение функциональных (комбинационных и последовательностных) схем (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

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 5 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Логинов, В. А. Комбинационные схемы : лабораторный практикум по курсу "Схемотехника" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / В. А. Логинов, И. Е. Лешихина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 44 с.
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8931>;
2. Логинов, В. А. Схемы на базе триггеров : лабораторный практикум по курсу "Схемотехника" по направлению 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника" / В. А. Логинов, И. Е. Лешихина, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1859-1 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9508>;
3. Методические указания по курсу "Математические основы ЭВА": Арифметические основы ЭВА / В. А. Логинов, И. С. Потемкин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1988 . – 44 с.;
4. Потемкин, И. С. Функциональные узлы цифровой автоматики / И. С. Потемкин . – М. : Энергоатомиздат, 1988 . – 320 с. - ISBN 5-283-01478-9 .;
5. Угрюмов, Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для вузов по направлению 230100 "Информатика и вычислительная техника" / Е. П. Угрюмов . – 3-е изд., перераб. и доп . – СПб. : БХВ-Петербург, 2010 . – 816 с. - ISBN 978-5-9775-0162-0 .;
6. Ю. В. Новиков- "Введение в цифровую схемотехнику", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний",

Москва, 2007 - (344 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233202>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Расписание учебных занятий.

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
14. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-405, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-406/2, Учебная лаборатория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, сервер, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных	Е-407/1, Учебная лаборатория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, доска маркерная

занятий	схемотехники	передвижная, лабораторный стенд
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-405, Учебная аудитория каф. "ВТ"	парта, стол преподавателя, стул, шкаф для документов, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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-411, Лаборатория каф. "ВТ"	стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-403, Склад	стол для работы с документами, шкаф, шкаф для документов, книги, учебники, пособия, дипломные и курсовые работы студентов

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Минимизация функций алгебры логики (Контрольная работа)
- КМ-2 Построение функциональных (комбинационных и последовательностных) схем (Контрольная работа)
- КМ-3 Комбинационные схемы (Лабораторная работа)
- КМ-4 Схемы на базе триггеров (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Функции алгебры логики: привязка к элементной базе					
1.1	Принципы минимизации ФАЛ, этапы синтеза произвольной логической схемы		+		+	
2	Комбинационные логические схемы					
2.1	Методика исследования логических схем в статическом и динамическом режимах, функциональные узлы комбинационного типа		+	+	+	
3	Положения теории конечных автоматов					
3.1	Этапы структурного синтеза конечных автоматов (КА)			+		
4	Последовательностные схемы					
4.1	Функциональные узлы последовательностного типа					+
5	Построение арифметико-логических устройств ЭВМ					
5.1	Арифметика цифровых устройств					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30