Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ"

Протокол № 1

от 30.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВАЯ СХЕМОТЕХНИКА (ЧАСТЬ 2)

Направление подготовки (специальность) [1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	3	108	24	0	24		33	0	Э
Итого	3	108	24	0	24	0	33	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина формирует целостное представление о принципах построения цифровых устройств и микропроцессорных систем. Курс объединяет схемотехнические основы логических элементов, методы проектирования комбинационных и последовательностных узлов, организацию памяти, архитектуру системы команд, микроархитектуру процессора и способы взаимодействия вычислительного ядра с устройствами ввода-вывода

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - формирование у студентов систематизированных знаний о цифровой схемотехнике и микропроцессорной технике, а также умений анализировать структуру, принципы функционирования и характеристики цифровых и микропроцессорных систем.

Задачи дисциплины:

освоить способы представления цифровой информации и методы булевой алгебры;

изучить схемотехническую реализацию и характеристики логических элементов;

освоить методы анализа и синтеза комбинационных и последовательностных устройств;

изучить организацию регистров, счетчиков, конечных автоматов и запоминающих устройств;

сформировать представление об архитектуре системы команд и микроархитектуре процессора;

изучить принципы организации памяти, системных шин и устройств ввода-вывода;

научиться сопоставлять функциональные требования со структурой цифровой или микропроцессорной системы

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения дисциплины необходимы базовые знания математики, физики, информатики, электротехники и общей схемотехники. Дисциплина создает основу для изучения вычислительных, информационно-измерительных, управляющих и киберфизических систем.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной**

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	**компетенции**
сервисно-эксплуатационный			
Тестирование работы и диагностика технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-6.2 [1] - Способен производить тестирование работы и диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.005	З-ПК-6.2[1] - Знать методику и основные принципы проведения тестирования работы и выполнения диагностики технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; У-ПК-6.2[1] - Уметь проводить тестирование работы и выполнять диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-6.2[1] - Владеть навыками проведения тестирования работы и выполнения диагностики технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и

			интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях
Настройка систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов и осуществление их регламентного эксплуатационного обслуживания с использованием соответствующих инструментальных средств	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-11 [1] - Способен настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-11[1] - знать структуру систем управления технологическим оборудованием, основы регламентного эксплуатационного обслуживания систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов, особенности методов диагностики мехатронных систем. ; У-ПК-11[1] - уметь использовать инструментальные средства для настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов. ; В-ПК-11[1] - владеть навыками настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор,

	профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	8 Семестр						
1	Первый раздел	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
2	Второй раздел	9-12	8/0/8		25	КИ-12	З-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
	Итого за 8 Семестр		24/0/24		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, З-ПК-11,

							У-ПК-11, В-ПК-11

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	8 Семестр	24	0	24
1-8	**Первый раздел**	16	0	16
1	**Организация запоминающих устройств** Статическая и динамическая оперативная память, постоянная и перепрограммируемая память. Адресные линии, шина данных и управляющие сигналы; циклы чтения и записи. Увеличение разрядности и адресного пространства, каскадирование микросхем памяти	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	2 0
2	**Структура микропроцессорной системы** Процессорное ядро, память, устройства ввода-вывода и системные шины. Гарвардская и фон-неймановская организация. Различия микропроцессора, микроконтроллера и системы на кристалле без привязки к конкретному семейству устройств	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	2 0
3	**Система команд и уровни представления программы** Понятие архитектуры системы команд. Код операции, операнды и форматы инструкций. Машинный код, язык ассемблера и языки высокого уровня; назначение компилятора, ассемблера, компоновщика и загрузчика	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	2 0
4	**Адресация и цикл выполнения команды** Непосредственная, регистровая, прямая и косвенная адресация. Стек, переходы и вызовы подпрограмм. Выборка, декодирование и исполнение инструкции; изменение счетчика команд, регистров и признаков результата	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	2 0
5	**Тракт данных и устройство управления** Арифметико-логическое устройство, регистровый файл, счетчик команд, мультиплексоры и внутренние шины. Формирование управляющих сигналов. Построение одноциклового тракта выполнения основных классов инструкций	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	0 0	2 0
6	**Многоцикловая и конвейерная микроархитектура** Разделение выполнения команды на этапы, повторное использование аппаратных ресурсов, конечный автомат	Всего аудиторных часов 2 Онлайн	0	2

	устройства управления. Принцип конвейеризации, совмещение стадий выполнения и влияние конвейера на пропускную способность	0	0	0
7	**Конфликты конвейера и оценка производительности** Структурные конфликты, зависимости по данным и конфликты управления. Приостановка, пересылка результатов и общие принципы прогнозирования переходов. Тактовый период, латентность, пропускная способность, число тактов на инструкцию и параллелизм	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Иерархия памяти и адресное пространство** Принцип локальности, назначение и организация кэш-памяти, отображение блоков, попадания и промахи, стратегии записи. Основы преобразования адресов, виртуальной памяти и защиты областей памяти	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	**Второй раздел**	8	0	8
9	**Организация ввода-вывода и системные шины** Регистры данных, состояния и управления; программный опрос и ввод-вывод, отображенный в адресное пространство. Адресная, информационная и управляющая шины; циклы обмена, синхронизация, арбитраж и прямой доступ к памяти	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Параллельные и последовательные интерфейсы** Цифровые входы и выходы общего назначения, направления передачи, подтяжки, нагрузочная способность и согласование логических уровней. Асинхронная и синхронная последовательная передача, структура кадра, тактирование, контроль ошибок и организация двунаправленного обмена	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Прерывания, тактирование и таймеры** Исключения и прерывания, векторизация, приоритеты, маскирование, сохранение и восстановление контекста. Источники тактового сигнала и делители частоты. Таймеры-счетчики, периодические события, захват, сравнение и широтно-импульсная модуляция	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Сопряжение с аналоговыми сигналами и комплексирование системы** Назначение АЦП и ЦАП, дискретизация, квантование, разрешение и частота преобразования. Взаимодействие процессора, памяти и периферии при сборе и обработке данных. Комплексная проверка тракта данных, анализ временных характеристик, производительности и отказоустойчивости системы	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	**Полное наименование**
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации

Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	8 Семестр
1	**Лабораторная работа 1** Построение схемы наращивания разрядности и ёмкости запоминающего устройства
2	**Лабораторная работа 2** Построение структурной схемы микропроцессорной системы
3	**Лабораторная работа 3** Исследование преобразования программы от исходного текста до загрузки в память
4	**Лабораторная работа 4** Разработка последовательности выполнения команд при различных способах адресации
5	**Лабораторная работа 5** Построение одноциклового тракта данных для заданных классов инструкций
6	**Лабораторная работа 6** Построение многоциклового автомата управления и диаграммы конвейерного выполнения команд
7	**Лабораторная работа 7** Исследование конфликтов конвейера и расчёт показателей производительности
8	**Лабораторная работа 8** Исследование отображения блоков кэш-памяти и преобразования адресов
9	**Лабораторная работа 9** Разработка последовательности шинного обмена с устройством ввода-вывода
10	**Лабораторная работа 10** Исследование параллельной и последовательной передачи цифровых данных
11	**Лабораторная работа 11** Разработка алгоритма обработки прерывания и расчёт параметров таймера
12	**Лабораторная работа 12** Исследование тракта преобразования и обработки аналогового сигнала

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются проблемное изложение, анализ структурных и временных диаграмм, решение расчетных и схемотехнических задач, разбор архитектурных решений и моделирование работы цифровых узлов. Практические занятия предусматривают переход от формального описания функции к структуре устройства и проверке результата

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-11	З-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-6.2	З-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="8">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки,

не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Освоение дисциплины следует вести последовательно: от способов представления цифровых данных и простых логических элементов к функциональным узлам, памяти и архитектуре микропроцессорной системы.

При подготовке к занятиям необходимо повторять определения и условные обозначения, самостоятельно восстанавливать таблицы истинности и временные диаграммы, а также проверять размерность и диапазон получаемых числовых результатов.

Решение схемотехнической задачи рекомендуется начинать с формализации требований: определения входов, выходов, состояний и временных ограничений. После построения схемы необходимо проверить ее для всех существенных комбинаций и переходов.

При анализе процессора следует разделять архитектуру системы команд и микроархитектуру, прослеживать движение данных по тракту и связывать каждый этап выполнения инструкции с соответствующими управляющими сигналами.

Подготовка к контрольным работам и экзамену должна включать решение типовых задач, объяснение принципов работы узлов своими словами и сопоставление тем календарного плана с перечнем оценочных вопросов

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Основное внимание при преподавании дисциплины следует сосредоточить на установлении связей между логической функцией, схемотехнической реализацией цифрового узла и его ролью в составе микропроцессорной системы.

Материал рекомендуется излагать от простого к сложному, регулярно возвращаясь к ранее изученным блокам при рассмотрении тракта данных, памяти и устройств ввода-вывода. Необходимо избегать необоснованной привязки общих принципов к конкретному семейству процессоров или программному продукту.

На практических занятиях следует использовать задачи на минимизацию логических функций, построение функциональных узлов, анализ временных диаграмм, расчет памяти и счетчиков, трассировку выполнения инструкций и оценку характеристик микроархитектуры.

Текущий контроль должен проверять не только воспроизведение определений, но и способность студента объяснить причинно-следственные связи, выбрать структуру устройства и обосновать полученный результат.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзаменационные вопросы должны равномерно представлять цифровую схемотехнику, архитектуру, микроархитектуру, память и ввод-вывод.

Автор(ы):

Фоменко Богдан Александрович