



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ННІ ЕЛЕКТРОННИХ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, АВТОМАТИКИ,
РОБОТОТЕХНІКИ ТА МЕХАТРОНИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

О.О. Новомлинець

«_____» _____ 2022 р.

ПРОГРАМА

фахового випробування вступників за ОС «магістр»
за спеціальністю 171 «Електроніка»
на базі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»

Затверджено
на засіданні кафедри ЕАР та М
Протокол № 8
від «21» лютого 2022 р.

ЗМІСТ

1. Мета вступного фахового випробування	3
2. Характеристика змісту програми.....	3
Дисципліна «Аналогова схемотехніка»	3
Дисципліна «Цифрова схемотехніка»	4
Дисципліна «Енергетична електроніка»	5
Дисципліна «Мікропроцесорна техніка».....	6
3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів	8
4. Порядок проведення вступного фахового випробування.....	8
5. Структура екзаменаційного білета.....	8
6. Критерії оцінювання вступного фахового випробування	9
7. Рекомендована література	9

Мета вступного фахового випробування

Мета вступного фахового випробування - з'ясування рівня знань та вмінь, необхідних абітурієнтам для опанування ними програм магістра за відповідною спеціальністю та проходження конкурсу. Завданням вступного іспиту є: оцінка теоретичної підготовки абітурієнтів з дисциплін фундаментального циклу та професійно-орієнтованої фахової підготовки бакалавра, спеціаліста; виявлення рівня та глибини практичних умінь та навичок; визначення здатності до застосування набутих знань, умінь і навичок під час розв'язання практичних ситуацій.

1. Характеристика змісту програми

Програми вступних випробувань охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь особи, що бажає навчатися у НУ «Чернігівська політехніка» з метою одержання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» за спеціальністю 171 «Електроніка»:

Дисципліна «Аналогова схемотехніка»

Тема 1. Загальні відомості про аналогові пристрої. Терміни і означення. Класифікація та сфери застосування аналогових пристроїв. Підсилювачі струму, напруги та потужності. Частотні, амплітудні, енергетичні та інші основні характеристики підсилювачів.

Тема 2. Зворотний зв'язок в підсилювачах. Основне рівняння зворотного зв'язку. Види зворотного зв'язку. Вплив зворотного зв'язку на основні характеристики параметри підсилювачів. Стійкість підсилювачів із зворотним зв'язком.

Тема 3. Базові елементи аналогової схемотехніки. Прості К, С, L-кола. Елементи для узгодження. Активні компоненти. Елементи інтегральної схемотехніки, операційні підсилювачі.

Тема 4. Підсилювачі. Підсилювачі постійного струму. Одиночні каскади на польових транзисторах. Одиночні каскади на біполярних транзисторах. Кола зсуву і стабілізації. Корекція амплітудно-частотної характеристики підсилювача. Складені повторювачі напруги. Підсилювальні двійки. Каскодні схеми посилення. Каскади з активним навантаженням. Балансні схеми вмикання. Підсилювачі змінної напруги. Моделі та проектування підсилювачів. Підсилювачі потужності. Трансформаторні підсилювачі потужності. Режими роботи вихідних каскадів. Бестрансформаторні підсилювачі потужності.

Тема 5. Лінійні перетворювачі на основі операційних підсилювачів. Основні схеми вмикання операційних підсилювачів. Повторювачі напруги. Лінійні перетворювачі на основі операційних підсилювачів. Масштабуючі, диференціюючі, інтегруючі та фазообертаючі пристрої. Інвертори та конвертори імпедансів. RC і LC-

підсилювачі. Активні фільтри, основні визначення. Активні фільтри низьких частот. Активні фільтри високих частот. Фільтри смугові загороджувальні та фазові.

Тема 6. Генератори гармонічних коливань. Умови сталих коливань. LC і RC-генератори. Стабілізація частоти і амплітуди коливань.

Тема 7. Нелінійні перетворювачі електричних сигналів.

Перетворювачі з логарифмічними та експоненціальними передавальними функціями. Аналогові перемножувачі та дільники сигналів. Пристрої виконання математичних дій. Прецизійні випрямлячі. Перетворювачі частоти. Амплітудні та частотні модулятори і детектори. Амплітудні обмежувачі. Перетворювачі рівнів сигналів.

Дисципліна «Цифрова схемотехніка»

Змістовий модуль 1. Мікросхеми логіки. Базовий логічний елемент ТТЛ. Призначення елементів схеми, функціонування. Розрахунок статичного режиму БЛЕ ТТЛ. Статичні і динамічні характеристики. Завадозахищеність. Перехід Шоткі. ТТЛШ мікросхеми.

Базовий логічний елемент КМОН. Топологічна структура. Призначення елементів. Тиристорний ефект. Статичні і динамічні характеристики. Завадозахищеність. Логічні елементи різноманітних серій. Перспективні мікросхеми логіки.

Змістовий модуль 2. Комбінаційні пристрої. Комбінаційні та послідовні пристрої. Порядок опису цифрових пристроїв. Внутрішня структура та принцип дії шифраторів та дешифраторів. Внутрішня структура та принцип дії мультиплексора та демультиплексора. Внутрішня структура та принцип дії цифрових компараторів. Арифметичні пристрої. Внутрішня структура та принцип дії напівсуматора та повного суматора. Внутрішня структура та принцип дії напіввіднімача та повного віднімача. Внутрішня структура та принцип дії помножувача.

Змістовий модуль 3. Послідовні пристрої. Різновиди послідовних пристроїв. Внутрішня структура та принцип дії тригерів. Метастабільний стан тригеру. Класифікація регістрів. Принцип дії та архітектура регістрів. Часові діаграми роботи регістрів. Розрахунок максимальної тактової частоти роботи регістру. Класифікація лічильників. Послідовні лічильники. Паралельні лічильники. Реверсивні лічильники. Лічильники з довільним коефіцієнтом лічби.

Змістовий модуль 4. Мікросхеми пам'яті. Постійні запам'ятовуючі пристрої. Масочні ПЗП. ПЗП, що одноразово програмуються користувачем. Перепрограмовані ПЗП. Оперативні запам'ятовуючі пристрої. Статичні ОЗП. КМОН ОЗП: структура, організація чарунки, принципи роботи. Динамічні ОЗП: структура, параметри, часові діаграми роботи, режими роботи.

Дисципліна «Енергетична електроніка»

Вступ. Історія розвитку енергетичної електроніки. Основні поняття. Критерії якості перетворення електромагнітної енергії згідно ДСТУ на якість.

Тема 1. Некеровані випрямлячі. Випрямлячі. Класифікація. Основні вузли. Типи трансформаторів. Порядок перерахунку параметрів первинної обмотки у вторинну. Роль індуктивності розсіювання і її фізична суть.

Випрямлячі однокатні - однофазні і багатофазні. Особливості роботи на R-навантаження. Часові діаграми. Розрахунок співвідношень, зв'язуючих випрямлене напруження з діючим значенням е.р.с трансформатора. Поняття про коефіцієнт зворотного напруження. Однокатні випрямлячі з R- навантаженням. Розрахунок співвідношень для випрямленого струму. Розрахункові потужності обмоток трансформатора. Коефіцієнт використання трансформатора. Регульовальна і зовнішня характеристики. Потужні випрямлячі (однокатні) з RL- навантаженням. Робота. Часові діаграми. Суть комутації. Розрахунок кута перекриття. Регульовальна і зовнішня характеристики. Малопотужні однокатні випрямлячі з C- навантаженням. Робота. Часові діаграми. Розрахунок кута відсічки. Порядок розрахунку випрямляча з C- навантаженням. Розрахунок конденсатора фільтра. Двотактні схеми випрямлення (Ларіонова, Греца) з RL-навантаженням. Порядок роботи. Часові діаграми. Виведення зовнішньої схеми Ларіонова з RL-навантаженням.

Тема 2. Керовані випрямлячі. Реверсивні випрямлячі. Суть роздільного і узгодженого управління. Вплив керованого випрямляча на живильну мережу. Способи підвищення енергетичних характеристик. Керований випрямляч - схеми з штучною комунікацією. Призначення систем імпульсно-фазового управління (СІФУ) для керованого випрямляча. Класифікація, вимоги до СІФУ. Черговість послідовності запуску імпульсів вентилів керованого випрямляча в мостових схемах. Компонування СІФУ за вертикальним принципом. Характеристики вхідних вузлів. Особливості схемотехнічної реалізації вузлів синхронізації (трансформатори, фільтри, схеми порівняння) СІФУ, генераторів напруги, що змінюється лінійно, вихідних каскадів (трансформаторні, оптронні розв'язки). Захист СІФУ від впливу перешкод.

Тема 3 Фільтри. Класифікація згладжуючих фільтрів. Основні характеристики. Порядок розрахунку L, LC-фільтрів. Установка режиму безперервних струмів. Способи підвищення коефіцієнта фільтрації. Резонансні фільтри. Порядок розрахунку. Принципи побудови транзисторних фільтрів. Фільтр із загальною базою. Фільтри на транзисторах із загальним колектором і загальним емітером. Порядок роботи. Коефіцієнт згладжування. Захист транзисторів від перенапруження і від к.з.

Дисципліна «Мікропроцесорна техніка»

Тема 1. Основні поняття та визначення МП техніки. Терміни і означення. Основні характеристики МП. Класифікація МП. Области використання МП. Загальна структура ЕОМ. Огляд роботи ЕОМ. Типова структура МПС. Форми запису алгоритмів і програм. Параметри МПС (загальні та спеціальні). Методи аналізу якості МПС. Застосовувані в МПС системи числення. Десяткова та двійкова системи. Шістнадцяткова та вісімкова системи. Форми представлення чисел в ЕОМ. Перетворення двійкових чисел в десяткові. Перетворення десяткових чисел в двійкові. Взаємні перетворення десяткової та шістнадцяткової систем. Двійкове додавання. Двійкове віднімання. Додатковий код двійкового числа. Двійковемноження. Двійкове ділення. Форми представлення чисел в МПС.

Тема 2. Основи програмування мікропроцесорів. Особливості програмування універсальних МП та МК. Поняття про програмістську модель МП. Прапорці (ознаки) в МП. Поняття про формати та групи команд. Методи скороченого запису виконуваних дій. Послідовність засвоєння команд МП. Способи адресації. Організація циклів та обробка масивів. Обчислювальні програми. Особливості програм управління об'єктами. Приклади вирішення програмних задач на Асемблері. Особливості програмування МП мовами високого рівня.

Тема 3. Засоби відлагодження програмного забезпечення МПС.

Елементи мови програмування Асемблер (ASM-86, TASM, MASM). Використовуємі символи. Представлення інформації в полі операндів. Типи імен. Визначення виразів. Директивні визначення імен. Оператори визначення даних в пам'яті. Директиви умовної трансляції. Директиви управління програмними сегментами. Директиви програмних зв'язків. Макровизначення. Макровиклик. Макророзширення. Приклади використання макрозасобів. Симулятори та емулятори. Основні стандарти щодо програмного забезпечення. Види алгоритмів. Схеми програм, даних та систем. Правила модульного програмування. Введення даних в системи на основі МК. Обробка даних за допомогою МК.

Тема 4. Особливості архітектури 8-розрядних МК середньої продуктивності.

Структура ОМК-51 (MCS-51). Організація пам'яті ОМК-51. Пам'ять програм. Пам'ять даних. Пристрій керування ОМК-51. Схемотехніка введення/ виведення. Система команд ОМК-51. Типи та групи команд ОМК-51. Команди переміщення даних ОМК-51. Команди арифметичних операцій ОМК-51. Команди логічних операцій ОМК-51. Команди розгалуження ОМК-51. Робота таймерів-лічильників в ОМК-51. Особливі режими роботи ОМК-51. Система переривань. Режим холостого ходу. Режим зниженого енергоспоживання. Послідовний інтерфейс в ОМК-51

(УАПШ). Розширення системи на базі ОМК- 51. Аналогове введення/виведення в системі на ОМК-51.

Тема 5. Перспективні 8-розрядні МК. Особливості архітектури мікроконтролерів Atmel AVR. Концепція побудови AVR -МК. Номенклатура та апаратні відмінності МК сімейства AVR. Узагальнена функціональна схема AVR - МК. Признаки (прапорці) в мікроконтролерах AVR. Апаратні особливості архітектури. Файл реєстрів загального призначення. Арифметичний логічний пристрій. Flash-пам'ять програм. Резидентна пам'ять даних. Способи адресації в AVR -МК. Особливості програмування однокристальних МК. Транслятори та приклади програм для 8-розрядних МК. Резидентна периферія, можливості, режими роботи та особливості програмного налаштування. Широтно-імпульсна модуляція в МК. Робота таймерів-лічильників в МК.

Тема 6. Сімейства високопродуктивних МК. Класифікація сучасних високопродуктивних МК великої розрядності. Структури МК. Організація пам'яті. Підсистеми високошвидкісного вводу-виводу. Матриці подій. Система переривань та сервери периферійних пересилань в мікроконтролерах. Реалізація прямого доступу до пам'яті в МК. Типи даних та способи адресації в високопродуктивних МК. МК сімейства A R M. МК сімейства AVR -32.

Тема 7. Високопродуктивні МП для ПЕОМ. Структура центрального процесора МП-86 (Intel x86). Програмістська модель МП-86. Організація пам'яті МП-86. Система переривань МП-86. Режими адресації МП-86. Система команд МП-86. Вступ до програмування мікропроцесорів для ПЕОМ. Особливості та відмінності Асемблера-86. Приклади програм.

Тема 8. Інтерфейсні та допоміжні мікросхеми в складі МПС. Генератори тактових імпульсів. Системні контролери. Взаємодія центрального процесора з запам'ятовуючим пристроєм та пристроями введення/виведення. Допоміжні інтерфейсні мікросхеми мікропроцесорних комплектів. Паралельні інтерфейси, що програмуються (ПП). Особливості режимів роботи ПП та їхнього програмування. Інтегральні таймери, що програмуються (ПТ). Характеристика режимів роботи та програмування ПТ. Контролери переривань, що програмуються (ПКП). Програмування ПКП. Інші допоміжні та інтерфейсні мікросхеми мікропроцесорних комплектів. Апаратні засоби мікропроцесорних систем. Приклади застосування та програмування програмуемого паралельного інтерфейсу, програмуемого таймера та програмуемого контролера переривань. Методи генерації періодичних сигналів на МП.

Тема 9. Основи побудови сигнальних процесорів. Розвиток техніки цифрової обробки сигналу (ЦОС). Алгоритми ЦОС. Архітектура процесорів ЦОС (DSP).

Номенклатура и функціональні особливості DSP фірми Texas Instruments. Структурна схема DSP мікроконтролера TMS320F/C24x. Особливості організації пам'яті. Центральний арифметичний логічний пристрій DSP.. Способи адресації DSP.. Безпосередня адресація. Пряма та непряма адресація. Огляд периферії DSP.. **Тема 11. Мікроконтролери для систем з наднизьким енергоспоживанням.** Особливості архітектури мікроконтролерів MSP430. Концепція побудови MSP430. Номенклатура та апаратні відмінності МК сімейства MSP430. Узагальнена функціональна схема MSP430. Признаки (прапорці) в мікроконтролерах MSP430. Апаратні особливості архітектури. Регістри MSP430. Арифметичний логічний пристрій. Flash-пам'ять програм. Резидентна пам'ять даних. Способи адресації в MSP430. Основи програмування MSP430. Приклади побудови МПС на базі MSP430.

2. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів.

Для успішного засвоєння освітньої програми магістра абітурієнти повинні мати базову вищу освіту за вказаним напрямом (диплом бакалавра за галуззю знань 0508 «Електроніка», 17 «Електроніка та телекомунікації», диплом спеціаліста за галуззю знань 7.05080202 «Електронні системи») та здібності до оволодіння знаннями, уміннями і навичками в галузі загально-технічних наук. Обов'язковою умовою є вільне володіння державною мовою.

Відбір студентів для зарахування здійснюється на конкурсній основі.

3. Порядок проведення вступного фахового випробування

Вступні випробування охоплюють фахові предмети, які передбачені навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки «Електронні пристрої та системи» та складаються із тестових завдань з наступних дисциплін: «Аналогова схемотехніка», «Цифрова схемотехніка», «Енергетична електроніка» та «Мікропроцесорна техніка».

Вступні випробування проводяться у вигляді письмового іспиту.

4. Структура екзаменаційного білета

Завдання для вступного фахового випробування для здобуття ОС «магістр» на основі відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», «спеціаліст» включає:

- номер білету (всього 4 варіанти завдань однакового за складністю рівня);
- двадцять завдань з дисциплін «Аналогова схемотехніка», «Цифрова схемотехніка», «Енергетична електроніка» та «Мікропроцесорна техніка» (з кожної дисципліни - по 5 завдань, кожне з яких оцінюється в 5 балів);
- шкала оцінювання за 100 бальною шкалою (від 100 до 200 балів)

5. Критерії оцінювання вступного фахового випробування

За результатами вступних випробувань проводиться оцінка рівня фахових знань за наступними критеріями:

Завдання	Бали
Тестові завдання з «Аналогова схемотехніка»	25 балів
Тестові завдання з «Цифрова схемотехніка»	25 балів
Тестові завдання з «Енергетична електроніка»	25 балів
Тестові завдання зі «Мікропроцесорна техніка»	25 балів
Максимальна кількість балів 200	

6. Рекомендована література «Аналогова схемотехніка»

1. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс) : Учебник для вузов/ М.: Горячая линия - Телеком, 2000. - 768 с.:ил.
2. Схемотехніка електронних систем: Підручник в двох томах / Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М. - К: Аверс, 2002. - 772 с.
3. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. - М.: Энергия, 1973.
4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Пер. с нем. М.: Мир, 1982.
5. Хоровец П., Хил У. Искусство схемотехники. Том 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1983.
6. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике. Пер. с нем. М.: Мир, 1991.
7. Малахов В.П. Электронные цепи непрерывного и импульсного действия. К.: Одеса: Либідь, 1991.
8. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов - 2-е изд., исправ. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001.
9. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. М: Радио и связь, 1985.
10. Шустов М.А. Практическая схемотехника 450 полезных схем радиолюбителям. М.: Альтекс-А, 2003.
11. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большой мощности: Справочник /А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокрянов и др.; Под ред. А.В. Голомедова. - М.: Радио и связь, 1989.

12. Полупроводниковые приборы. Транзисторы малой мощности: Справочник /А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокрянов и др.; Под ред. А.В. Голомедова. - М.: Радио и связь, 1989.
13. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. ленинградское отделение, 1988.
14. Алексенко А.Г. и др. Применение прецизионных аналоговых микросхем / А.Г.Алексенко, Е.К. Коломбет, Г.И. Стародуб. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1985.
15. Атаев Д.И., Болотников В. А. Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. - М.: Изд-во МЭИ, 1991.

«Цифрова схемотехшка»

1. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс) : Учебник для вузов/ М.: Горячая линия - Телеком, 2000. - 768 с.:ил.
2. Схемотехніка електронних систем: Підручник в двох томах / Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М. - К: Аверс, 2002. - 772 с.
3. Ицхоки Я.С., Овчинников Н.И. Импульсные и цифровые устройства.М., "Советское радио", 1972, 592с.
4. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. - М.: Издательский дом Додэка-XX1, 2001. - 384 с.
5. Пухальский Г.И., Новосельцева Т.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах: Справочник. - М.: Радио и связь, 1990. - 304 с.: ил. 6. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов по спец. электрон. техники / Г.И. Изъюрова, Г.В.Королев, В.А. Терехов, М.А. Ожогин, В.Н. Серов и др.. - М.: Высш.шк., 1987. - 335с.;ил.
7. Ерофеев Ю.Н. Импульсные устройства. - М.:Высшая школа, 1989.
8. Быстров Ю.А. Электронные цепи и устройства: Учебное пособие для электротехнических и энергетических вузов. - М.:Высш.шк., 1989.
9. Гусев В.Г.,Гусев Ю.М. Электроника.М: Радио и связь, 1985.
10. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. М.: Радио и связь, 1985.
6. Гольденберг Л.М. Импульсные устройства. М: Радио и связь, 1981.
7. Зельдин Е.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Л.: Энергоатомиздат, 1986.

«Енергетична електроніка»

1. В.С.Руденко, В.И.Сенько, И.М.Чиженко Основы преобразовательной техники. М.: "Высшая школа", 1980г. 423с.
2. Справочник. Энергетическая электроника. Перевод с немецкого под. ред. В.А.Лабунцова М.: 1987г. "Энергоатомиздат"
3. Ю.С.Забродин. Промышленная электроника М.: "Высшая школа", 1982г.
4. В.С.Руденко, В.И.Сенько, В.В.Трифонюк. Приборы и устройства промышленной электроники Киев: Техника, 1990г.
5. ТИЭР-4, 1988, том 76 Тематический выпуск. Энергетическая электроника.

«Мікропроцесорна техніка»

1. Мікропроцесорна техніка: Підручник/ Якименко В.М., Жуйков В.Я., Терещенко Т.О., Петергеря Ю.С.- К: Аверс, 2003. - 672 с.
2. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 3. Мікропроцесори та мікроконтролери: Підручник/ В.І.Бойко, А.М.Гуржій, В.Я.Жуйков та ін. - 2- е вид., допов. і переробл.. К.: Вища шк., 2004. - 399 с.
3. Боборыкин А.В. и др. Однокристалльные микроЭВМ.- М: МИКАП, 1994.400 с.
4. Казаринов Ю.М. и др. Применение микропроцессоров и микроЭВМ в радиотехнических системах. Учеб. пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 1988. - 207с.
5. Корнеев В.В., Киселев А.В.. Современные микропроцессоры. - М.: НОЛИДЖ, 1998. - 240 с.
6. Самофалов К.Г., Викторов О.В. Микропроцессоры. 2-е изд. К.: Техніка, 1989. - 312с.
7. СверхБИС универсальных однокристалльных микроЭВМ; А.В.Кобылинский и др.- К.: Техніка, 1987.- 166с.
8. Сташин В.В. и др. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 224с.
9. Хвоц С.Т. и др. Микропроцессоры и микроЭВМ в системах автоматического управления: Справочник.- Л.: Машиностроение, 1987.- 640с.
10. Шевкопляс Б.В. Микропроцессорные структуры. Инженерные решения.- М.: Радио и связь, 1986.- 264с. - 1 вып.; 1993.- 254с.
11. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. - М.: ЭКОМ, 2002. - 400 с.

12. Войтенко В.П. Архитектура и резидентные аппаратные средства микроконтроллеров Atmel AVR®. - Чернигов: ЧП Красавцев, 2002. - 132 с.
 13. Григорьев В.Л. Программирование однокристальных микропроцессоров.- М.: Энергоатомиздат, 1987.- 288с.
- .