



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

О.О. Новомлинець

«___» _____ 2023 р.

ПРОГРАМА

фахового випробування

вступників за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»
за спеціальністю 172 - «Електронні комунікації та радіотехніка»
на базі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», «спеціаліст»

Розглянуто на засіданні кафедри РТВС
Протокол № 3 від 30 березня 2023 р.

Зав. каф.

Велігорський О.А.

ЗМІСТ

1. Мета вступного фахового випробування	3
2. Характеристика змісту програм	3
Дисципліна « Основи радіоелектроніки »	3
Дисципліна « Схемотехніка радіотехнічних пристроїв »	5
Дисципліна « Мікропроцесорні системи »	8
Дисципліна « Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки »	11
3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів	13
4. Порядок проведення вступного фахового випробування.....	13
5. Структура екзаменаційного білета.....	13
6. Критерії оцінювання вступного фахового випробування	14
7. Рекомендована література	14
« Основи радіоелектроніки »	14
« Схемотехніка радіотехнічних пристроїв »	15
« Мікропроцесорні системи ».....	15
« Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки ».....	16

1. Мета вступного фахового випробування

Мета вступного фахового випробування – з'ясування рівня знань та вмінь, необхідних абітурієнтам для опанування ними програми магістра за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» та проходження конкурсу. Завданням вступного іспиту є: оцінка теоретичної підготовки абітурієнтів з дисциплін фундаментального циклу та професійно-орієнтованої фахової підготовки бакалавра; виявлення рівня та глибини практичних умінь та навичок; визначення здатності до застосування набутих знань, умінь і навичок під час розв'язання практичних ситуацій.

2. Характеристика змісту програм

Програми вступних випробувань охоплює коло питань, які в сукупності характеризують вимоги до знань і вмінь особи, що бажає навчатися в Національному університеті «Чернігівська політехніка» з метою одержання освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на базі навчальних планів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»:

Дисципліна «Основи радіоелектроніки»

Змістовий модуль 1. Електричні кола постійного та змінного струмів

Тема 1. Основні поняття і закони теорії електромагнітного поля і теорії електричних і магнітних кіл.

Заряджені елементарні частки та електромагнітне поле як особливі види матерії. Енергія системи заряджених тіл. Електричні і магнітні кола. Параметри електричних кіл. Закони електричних кіл.

Тема 2. Основні властивості і параметри електричних кіл при синусоїдальних струмах

Синусоїдальні е.р.с., напруги і струми. Синусоїдальний струм у колі з послідовним і паралельним з'єднаннями R, L і C. Активна, реактивна і повна потужності. Миттєва потужність і коливання енергії в колі синусоїдального струму.

Розрахунок потужності за комплексами напруги і струму. Еквівалентні параметри складного кола змінного струму, розглядаючи його як двополюсник. Схеми заміщення двополюсника при заданій частоті.

Тема 3. Методи розрахунку кіл при сталих синусоїдальному і постійному струмах

Розрахунок кола при послідовному і паралельному з'єднанні елементів кола. Методи вузлових напруг і контурних струмів. Метод еквівалентного генератора. Розрахунок ланцюгів при наявності взаємної індукції. Індуктивно-зв'язані елементи електричного кола. Трансформатор з лінійними характеристиками. Ідеальний трансформатор. Баланс потужностей у колі синусоїдального струму. Топологічні методи розрахунку і аналізу кіл.

Тема 4. Резонансні явища і частотні характеристики

Резонанс при послідовному і паралельному з'єднанні елементів кола. Частотні характеристики послідовного і паралельного з'єднань, а також кіл, що містять тільки реактивні елементи. Загальний випадок частотних характеристик кола. Резонанс в індуктивно-зв'язаних контурах. Добротність контуру. Коефіцієнт передачі, розстройка. Вибірковість і смуга пропускання. Практичне значення резонансу в електричних колах.

Тема 5. Розрахунок трифазних електричних кіл

Багатофазні кола, системи та їх класифікація. Поняття про трифазні джерела живлення.

Тема 6. Перехідні процеси в електричних колах із зосередженими параметрами і методи їх розрахунку

Поняття про перехідний процес у лінійному електричному колі. Причини виникнення і сутність перехідного процесу. Класичний метод розрахунку. Порядок складання і методи рішення рівнянь електричної рівноваги електричного кола. Перемінні стани. Вільний і вимушений процес. Усталений режим. Визначення постійних інтегрування. Перехідні процеси в колах з одним накопичувачем енергії. Перехідні процеси в колі з послідовним з'єднанням R , L , C при включенні його постійну і синусоїдальну напругу.

Операторний метод розрахунку. Основні положення операторного методу. Рівняння електричних кіл в операторній формі. Розрахунок перехідних струмів та

напруг операторним методом. Схемні функції в операторній формі. Імпульсна і перехідна характеристики кола, їх зв'язок зі схемною функцією.

Частотний метод розрахунку. Перетворення Фур'є неперіодичних функцій часу – спектральне представлення неперіодичних функцій. Частотні характеристики і їх застосування до розрахунку перехідних процесів. Зв'язок між частотними і часовими характеристиками. Зв'язок перетворення Фур'є з перетворенням Лапласа.

Змістовий модуль 2. Основи теорії сигналів

Тема 8. Детерміновані сигнали

Основні поняття теорії сигналів. Аналіз неперервних сигналів.

Тема 9. Модульовані сигнали

Основні види модуляції. Сигнали з амплітудною модуляцією. Способи виконання амплітудної модуляції. Сигнали з кутовою модуляцією. Пристрої для модуляції та демодуляції.

Тема 10. Випадкові сигнали

Представлення сигналу у вигляді коливання і у вигляді спектра. Періодичні сигнали і ряди Фур'є. Спектр періодичної послідовності прямокутних відеоімпульсів. Спектр періодичної послідовності прямокутних радіоімпульсів. Спектр послідовності косинусоїдальних відеоімпульсів. Спектральна щільність одиночного відеоімпульса, пачки відеоімпульсів.

Тема 11. Радіотехніка

Типи радіоприймачів та радіопередавачів.

Дисципліна «Схемотехніка радіотехнічних пристроїв»

Змістовий модуль 1. Основні теоретичні положення та транзисторна аналогова схемотехніка

Тема 1. Вступ, основні поняття та визначення

Предмет та мета вивчення курсу. Основні задачі, що вирішуються під час викладання дисципліни. Структура навчального курсу. Навчально-методична література з дисципліни.

Терміни і означення. Класифікація та сфери застосування 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 і параметри підсилювачів. Сталість підсилювачів із зворотним зв'язком.

Тема 3. Підсилювачі на транзисторах

Підсилювачі постійного струму. Одиночні каскади на польових транзисторах. Одиночні каскади на біполярних транзисторах. Ланцюги зсуву і стабілізації. Корекція амплітудно частотної характеристики підсилювача. Складові повторители напруги. Підсилювальні двійки. Каскодні схеми посилення. Каскади з активним навантаженням. Балансні схеми вмикання. Підсилювачі перемінної напруги. Резонансні підсилювачі. Підсилювачі потужності. Трансформаторні підсилювачі потужності. Режими роботи вихідних каскадів. Безтрансформаторні підсилювачі потужності.

Змістовий модуль 2. Перетворювачі на операційних підсилювачах та генераторі гармонічних коливань

Тема 4. Структура та особливості використання операційних підсилювачів

Операційний підсилювач як універсальний елемент аналоговій схемотехніки. Особливості та основні параметри операційних підсилювачів. Схемотехніка та особливості сучасних 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.

Тема 5. Активні фільтри

Активні фільтри, основні визначення та класифікація. Фільтри, RC та LC-підсилювачі. 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.

Змістовий модуль 3. Основи цифрової схемотехніки

Тема 7. 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.

Тема 8. 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 демультіплексора. 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.

Тема 9. 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. Прослідовні лічильники. Паралельні лічильники. Реверсивні лічильники. Лічильники з довільним коефіцієнтом лічби.

Тема 10. Мікросхеми пам'яті

Постійні запам'ятовуючі пристрої. Масочні ПЗП. ПЗП, що одноразово програмується 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.

Тема 11. Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі

Параметри та класифікація перетворювачів. Матриця R-2R. ЦАП на КМОН елементах та біполярних транзисторах. Послідовні ЦАП. Принципи аналого-цифрового перетворення. Паралельні АЦП. Послідовно-паралельні АЦП:

багатоступеневі АЦП, багатотактні АЦП, конвеєрні АЦП. Послідовні АЦП. Інтегруючі АЦП. Сигма-дельта АЦП.

Змістовий модуль 4. Схемотехніка цифрових пристроїв на базі мікросхем програмованої логіки

Тема 12. Розробка цифрових пристроїв на ПЛІС

Синхронна та асинхронна побудова цифрових пристроїв. Проблеми асинхронних пристроїв. Синхронні пристрої та принципи їх побудови. Оптимізація проекту в пакеті Quartus II.

Тема 13. Вбудовані процесори та системи на кристалі

Поняття системи на кристалі та вбудованого процесора. Серійні вбудовані процесори на прикладі процесора NIOS II фірми Altera. Порядок розробки проекту з вбудованим процесором. Розробка власного вбудованого процесора.

Дисципліна «Мікропроцесорні системи»

Змістовий модуль 1. Базові засади мікропроцесорної техніки

Тема 1. Вступ та основні поняття та визначення МП техніки

Предмет і мета вивчення МП-техніки. Основні задачі, вирішувані під час викладання дисципліни. Структура навчального курсу. Навчально-методична література з дисципліни „Мікропроцесорні системи”. Терміни і означення, поняття про архітектуру МП. 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.

Тема 2. Застосовувані в МПС системи числення

Десяткова, двійкова та шістнадцяткова системи числення. 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. Форми представлення чисел в МПС.

Тема 3. Базові поняття та функції алгебри логіки

Поняття про логічні змінні та логічні функції. Методи представлення логічних функцій за допомогою таблиці істинності та за допомогою рівняння. Базові

логічні функції – «І» (логічне множення), «АБО» (логічне додавання), «НІ» (інверсія), виключне «АБО» (додавання за модулем 2). Перетворення логічних функцій.

Змістовий модуль 2. Архітектура універсальних однокристальних 8-розрядних МК

Тема 4. Особливості архітектури універсальних 8-розрядних МК

Особливості архітектури МК AVR. Особливості функціонування арифметико-логічного пристрою, формат слова стану програми, блок регістрів загального призначення та регістри спеціального призначення AVR. Призначення портів вводу-виводу, налаштування портів вводу-виводу у різні режими роботи. Огляд резидентних модулів, що входять до складу МК. Організація пам'яті програм та пам'яті даних МК AVR.

Тема 5 Основи програмування мікроконтролерів

Формати та групи команд. Скорочений запис виконуємих дій. Послідовність засвоєння команд МК. 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.

Змістовий модуль 3. Резидентні апаратні засоби в МК. Приклади застосування МК в МПС

Тема 6. Резидентні апаратні засоби в МК сімейства AVR

Організація 8-розрядних та 16-розрядних таймерів-лічильників в AVR. Характеристика режимів роботи таймерів-лічильників AVR. Система переривань в AVR. Налаштування переривань. Приклади програм, що використовують переривання. Послідовний інтерфейс в AVR (USART) – призначення та принципи функціонування. Характеристика режимів роботи USART. Інші послідовні інтерфейси (SPI I2C) основні відомості. Робота з аналоговими сигналами в AVR, налаштування та режими роботи АЦП та компаратора у МК AVR.

Тема 7. Приклади застосування МК сімейства AVR в МПС

Принципи побудови замкнених систем з МК у контурі керування. Приклади побудови систем збору та відображення даних з давачів фізичних параметрів середовища чи об'єкта (температура, вологість, швидкість, кут і т.д.). Автоматична

система керування двигуном постійного струму.

Змістовий модуль 4. Загальні відомості про 32-х розрядні МК з архітектурою ARM

Тема 8. Особливості архітектури процесорних ядер cortex-m3 та cortex-m4

Знайомство з архітектурою ARM, історія розвитку та класифікація. Сучасні МК з архітектурою cortex, фірми виробники, номенклатура виробів. Основні переваги МК з архітектурою cortex-m, низьке енергоспоживання, висока ефективність та щільність коду, масштабуємість рішень та інше. Основні відомості про архітектуру та систему команд Thumb2. Конвеєр. Регістровий файл та реєстри операцій з плаваючою крапкою Організація пам'яті та доступ до фрагментованих даних. Модуль захисту пам'яті. Матриця шин. Системний таймер. Переривання та події. Контролер вкладених векторизованих переривань (КВВП). Система відлагодження CoreSight.

Змістовий модуль 5. Сучасні 32-х розрядні МК з архітектурою ARM cortex-m

Тема 9. Архітектура мікроконтролерів STM32F4

Знайомство з лінійкою МК cortex-m фірми STMicroelectronics. Базова схема підключення, типи корпусів. Генератори та схема тактування. Режими завантаження. Порти введення виведення, налаштування та альтернативні функції. Таймери загального призначення та багатофункційні таймери. Використання таймерів для виміру параметрів та генерації ШІМ сигналу. Інтерфейс енкодера та датчика Холла на базі таймерів МК сімейства STM32F4. АЦП, налаштування та режими роботи. Віконний компаратор та датчик температури. ЦАП, налаштування та режими роботи. Архітектура та особливості роботи з комунікаційними модулями у складі МК сімейства STM32F4, SPI, I2C, USART, CAN, USB та іншими. Контролер прямого доступу до пам'яті (КПДП). Особливості роботи в режимах зниженого енергоспоживання.

Дисципліна «Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки»

Змістовий модуль 1. Базові засади сучасних САПР

Тема 1. Вступ

Предмет і мета вивчення курсу «Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки». Основні задачі, що вирішуються під час викладання дисципліни. Структура навчального курсу. Навчально-методична література з дисципліни.

Тема 2. Основні поняття та визначення

Основні поняття та визначення, що використовуються в САПР радіоелектронних апаратів. Етапи автоматизації проектування радіоелектронного виробу, етапи проектування ДП. Інтегровані бібліотеки елементів в САПР, різновиди бібліотечних елементів.

Тема 3. Алгоритмічні основи САПР

Постановка задачі та основні задачі, що вирішуються в проектуванні, типи алгоритмів, що використовуються в САПР. Моделі конструкцій та схем, монтажний простір, метрики монтажного простору, комутаційні схеми.

Алгоритмічні основи САПР електронних систем. Критерії оптимальності конструкції, автоматизація компонування електронної схеми в модулі, основні стратегії компонування. Автоматизація розміщення компонентів на ДП, основні критерії розміщення, типи алгоритмів, що використовуються при розміщенні компонентів: послідовного розміщення, парних перестановок, оберненого розміщення, ітераційні алгоритми.

Алгоритми трасування з'єднань на ДП, хвильовий алгоритм (Лі), променевий алгоритм, топологічні алгоритми трасування.

Змістовий модуль 2. Конструкторсько-технологічні параметри друкованих плат

Тема 4. Конструкторсько-технологічні параметри друкованих плат

Типи та класи точності, розміри, товщина ДП, параметри отворів, провідників та зазорів.

Структура шарів друкованих плат – сигнальні, екранні, механічні шари. Шари шофкографії, захисної маски, для нанесення паяльної пасти. Типи

встановлення елементів на ДП (за видами компонентів, за сторонами встановлення, особливості встановлення елементів поверхневого монтажу (приклеїтка, паяльна маска).

Тема 5. Технологічні основи виготовлення друкованих плат

Технологічні процеси при виготовленні друкованої плати, виготовлення фотошаблонів. Експонування заготовок, свердлення отворів в заготовках, металізація отворів. Субтрактивні, адитивні та комбіновані методи виготовлення друкованих плат. Типові технологічні процеси збірки електронних модулів на базі друкованих плат. Нанесення паяльної пасти. Варіанти встановлення компонентів, ручне та автоматичне встановлення. Різновиди автоматизованої пайки компонентів: пайка в печі, пайка хвилею, лазерна пайка.

Змістовий модуль 3. Правила та програмні засоби розробки друкованих плат

Тема 6. Програмні засоби розробки друкованих плат

Основні системи наскрізного проектування: OrCAD, PADS, Altium Designer. Створення бібліотечних елементів в системі Altium Designer. Розробка умовних графічних зображень електронних компонентів. Ручне та автоматизоване (за допомогою Wizard-ів) розроблення технологічних посадкових місць компонентів. Введення електричної принципової схеми в програмі Altium Designer, використання шин, міток електричних кіл, класів та директив. Розробка ієрархічних схем. Створення топології друкованих провідників на платі в програмі Altium Designer, використання екранів, розробка багат шарових друкованих плат. Розробка друкованих плат підвищеної складності (компоненти типів BGA, CSP та ін. з малим кроком виводів). Автотрасувальники Specstra та TороR. Допоміжні засоби та утиліти. Підготовка конструкторської документації за допомогою можливостей Altium Designer та програм пакету MS Office. Програми підготовки ДП до виробництва (CAM350).

Тема 7. Правила розробки друкованих плат

Визначення кількості шарів в друкованій платі, вплив параметрів плати на роботу схеми, типи розміщення компонентів на друкованій платі. Правила розміщення компонентів. Заземлення аналогових та цифрових компонентів схеми. Правила розробки високочастотних схем, проектування складних ДП з урахуванням

електромагнітної сумісності, екранування та захист електричних кіл. Правила розробки друкованих плат для високочастотних радіотехнічних пристроїв. Розробка друкованих плат для пристроїв силової електроніки..

3. Вимоги до здібностей і підготовленості абітурієнтів

Для успішного засвоєння освітньо-професійної програми рівня магістр абітурієнти повинні мати диплом "бакалавра" 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.

4. Порядок проведення вступного фахового випробування

Вступні випробування проводяться у вигляді тестування і охоплюють фахові предмети, які передбачені навчальними планами освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» та викладаються у НУ «Чернігівська політехніка» на освітньо-кваліфікаційному рівні бакалавр зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка». В білети входять питання з наступних дисциплін: «Основи радіоелектроніки», «Схемотехніка радіотехнічних пристроїв», «Мікропроцесорні системи», «Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки».

5. Структура екзаменаційного білета

Завдання для вступного фахового випробування для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» на основі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» включає

- номер білету;
- 20 тестових завдання з дисциплін «Основи радіоелектроніки», «Схемотехніка радіотехнічних пристроїв», «Мікропроцесорні системи», «Сучасні

системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки» (по 5 балів кожне);

- шкала оцінювання за 100 бальною шкалою (від 100 до 200 балів).

6. Критерії оцінювання вступного фахового випробування

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

Завдання	Бали
Тестові завдання з дисципліни «Схемотехніка радіотехнічних пристроїв»	по 5 балів кожне
Тестові завдання з дисципліни «Основи радіоелектроніки»	по 5 балів кожне
Тестові завдання з дисципліни «Мікропроцесорні системи»	по 5 балів кожне
Тестові завдання з дисципліни «Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки»	по 5 балів кожне
Максимальна кількість балів 200	

7. Рекомендована література

«Основи радіоелектроніки»

1. Теоретичні основи електротехніки. У 3-х т. Т.1. Усталені режими електричних кіл із зосередженими параметрами. К.: Політехніка, 2004.– 269 с.

2. Слободян Л.Р., Шеховцов В.І. Електромагнітні поля електротехнічних установок: Навч. посібник.– К.: Либідь, 1994.– 176 с.

«Схемотехніка радіотехнічних пристроїв»

1. Op amps for everyone [Electronic resource] : Design reference / Texas Instruments; : Ron Mancine, editor in chief – Advanced Analog Products, 2002. – 464 p. – Режим доступу: <http://www.ti.com/litv/pdf/slod006b>. - Загол. з екрану.

2. Малахов В.П. Электронные цепи непрерывного и импульсного действия. К.: Одесса: Лыбичь, 1991.

3. Схемотехніка електронних систем: Підручник в двох томах / Жуйков В.Я., Бойко В.І., Зорі А.А., Співак В.М. – К: Аверс, 2002. – 772 с.

4. Уилкинсон Б. Основы проектирования цифровых схем. М.: Издательский дом «Вильямс». – 2004. – 318 с.

5. Зубчук В.И., Сигорский В.П., Шкуро А.Н. Справочник по цифровой схемотехнике. – К.: Теника, 1990. – 448 с.

6. Іванець С.А. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки: монографія / авт: В. В. Казимир, В. В. Литвинов, С. А. Іванець. - Чернігів: Чернігівський національний технологічний університет, 2013. - 305 с.

«Мікропроцесорні системи»

1. Мікропроцесорна техніка : підручник для вузів / Якименко Ю.І., Сокол Є.І., Жуйков В.Я., Петергеря Ю.С.; За ред. Терещенко Т.О. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Київ : Кондор : Політехніка, 2008 . – 592 с.

2. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров. – К.: "МК Пресс", 2006. – 400 с.

3. Elliot Williams Make: AVR Programming. Learning to Write Software for Hardware. 1 edition. Maker Media, Inc, 2014. — 474 p.

4. Mazidi M.A., Naimi S., Naimi S. The AVR Microcontroller and Embedded Systems: Using Assembly and C. Prentice Hall, 2010. — 792 p.

5. Мартин М. Инсайдерское руководство по STM32 2010. – 117 с.

6. Joseph Yiu The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors, Third Edition 2014 — 1055 p.

«Сучасні системи автоматизованого проектування телекомунікацій та радіотехніки»

1. Khandpur R.S. Printed circuit boards: design, fabrication, assembly and testing. Printed circuit boards / R.S. Khandpur. – New York: McGraw-Hill, 2006. – 704 p.
2. Brooks D. Signal Integrity Issues and Printed Circuit Board Design / D. Brooks. – Prentice Hall Professional, 2003. – 414 p.
3. Montrose M.I. EMC and the Printed Circuit Board: Design, Theory, and Layout Made Simple. EMC and the Printed Circuit Board / M.I. Montrose. – John Wiley & Sons, 2004. – 344 p.
4. Петренко А.И., Семенов О.И. Основы построения систем автоматизированного проектирования. Киев, 1984.