

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

ЗАТВЕРДЖЕНО

Навчально-методичною комісією 172

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

Голова НМК 172 Леонід УРИВСЬКИЙ

Голова атестаційної комісії

Михайло СТЕПАНОВ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022р.

М.П.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування  
для вступу на освітньо-наукову програму **«Радіоелектронна інженерія»**  
підготовки магістра за спеціальністю  
**172 Телекомунікації та радіотехніка**

Програму рекомендовано:

Радіотехнічним факультетом

Протокол № 01/2022 від «31» січня 2022р.

Декан

Руслан АНТИПЕНКО

Факультетом електроніки

Протокол № 02/2022 від «21» лютого 2022р.

Декан

Валерій ЖУЙКОВ

## ВСТУП

Основними цілями Програми комплексного фахового випробування (далі — Програми) є надання вичерпної інформації про склад, структуру, критерії оцінювання результатів комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-наукову програму **«Радіоелектронна інженерія»** підготовки магістрів за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**.

Програма містить наступні теми: Електронна компонентна база, Основи теорії кіл, Конструювання радіоелектронної апаратури (РЕА), Цифрова схемотехніка, Основи теорії телекомунікаційних систем та Методологія проектування цифрових пристроїв на мовах HDL.

Випробування проводиться у вигляді письмового екзамену. Загальна кількість екзаменаційних білетів: 2 комплекти по 20 білетів. Кожний білет складається з шести питань (два теоретичних та чотири практичних питання), які стосуються різних тем. Завдання оцінюються однаково. Вступник має обрати два питання, на які буде надавати відповідь. Час, відведений на виконання обраних завдань – 1 година. Вступникам дозволено приносити на випробування тільки письмове приладдя. Особисті речі (сумки, портфелі, книги, зошити, електронні довідники і словники, будь-які технічні засоби, папір тощо) до аудиторії, де проводяться випробування, заносити не дозволяється. Калькулятор надається за запитом.

Вступник отримує тільки один екзаменаційний білет. Заміна екзаменаційного білета не дозволяється. Умови завдань вступник може уточнювати у відповідальних осіб.

За користування під час випробування сторонніми джерелами інформації, включаючи підказування, вступника усувають з випробування. Апеляції з питань вилучення з випробування не розглядаються.

Заборонено робити у вкладниках робіт помітки, що можуть розкрити авторство роботи (автор роботи вказується тільки у встановлених формою бланків місцях).

Після закінчення написання роботи, вступник повинен скласти її в установленому порядку й особисто здати свою роботу відповідальній особі, при цьому поставивши підпис у відомості одержання-повернення письмової роботи.

Вступники, які не з'явилися на випробування без поважних причин у визначений за розкладом час, до участі у подальших випробуваннях і конкурсі не допускаються. За наявності поважних причин, які підтверджені документально, вступники можуть допускатися до складання пропущених вступних випробувань з дозволу голови атестаційної комісії в межах встановлених строків і розкладу проведення випробувань.

Перескладання випробувань з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Вступники, знання яких було оцінено нижче, ніж визначено Приймальною комісією та Правилами прийому кількістю балів, потрібних для допуску для участі у конкурсі або зарахуванні на навчання поза конкурсом, до подальших випробувань та участі в конкурсі не допускаються.

Заяви щодо апеляцій на результати вступних випробувань приймаються та розглядаються згідно з "Положенням про порядок подання і розгляду апеляцій для вступників до КПІ імені Ігоря Сікорського.

Під час випробувань вступники зобов'язані підтримувати тишу та порядок в аудиторії. Протягом випробування (у разі гострої потреби, за рішенням чергового лікаря) відповідальна особа може випускати вступників по одному на декілька хвилин; при цьому вступник здає відповідальній особі свою роботу, де робиться відповідний запис на титульній сторінці. При поверненні вступника до аудиторії йому повертається його робота з позначкою про час виходу та повернення.

## **ОСНОВНИЙ ВИКЛАД**

### **1. ЕЛЕКТРОННА КОМПОНЕНТНА БАЗА**

Компонентна база РЕА. Загальна характеристика компонентної бази. Загальні відомості про пасивні та активні радіоелементи.

Резистори. Класифікація. Загальні терміни та визначення, області застосування резисторів. Основні параметри. Резистори змінного опору.

Конденсатори. Класифікація. Загальні терміни та визначення і області застосування конденсаторів. Основні параметри. Конденсатори змінної ємності. Основні характеристики.

Котушки індуктивності. Основні параметри. Области застосування. Класифікація. Котушки індуктивності з магнітним і не магнітним осердям. Параметри осердь. Екрановані котушки індуктивності. Механізм екранування.

Трансформатори. Класифікація трансформаторів. Конструкції трансформаторів. Основні параметри та складові частини. Типи трансформаторів.

Різновиди електричних переходів. Контактна різниця потенціалів. Електронно-дірковий перехід (р-n перехід). Вольт-амперна характеристика (ВАХ).

Класифікація напівпровідникових діодів. Випрямні діоди. Будова, характеристики, основні параметри. Послідовне та паралельне сполучення діодів. Імпульсні діоди.

Кремнієві стабілітрони. Схеми ввімкнення. ВАХ, параметри. Варикапи, варактори, параметричні діоди: призначення, будова характеристики, параметри.

Типи біполярних транзисторів (БТ), схеми ввімкнення, режими роботи. Коефіцієнти передачі струму. Статичні ВАХ БТ. Модель Еберса-Молла. ВАХ в схемах із спільною базою та спільним емітером. Температурний дрейф характеристик.

Чотиришарові перемикальні прилади. Динистори, тиристори. Класифікація. Будова, принцип дії, основні параметри, ВАХ, застосування.

Класифікація польових транзисторів (ПТ). Структура та принцип дії МДН-транзистора з індукованим каналом. Фізичні процеси в МДН-структурі. Режими збіднення, збагачення, інверсії. Схеми ввімкнення ПТ. Сімейство характеристик. Параметри МДН-транзистора. Структура, принцип дії ВАХ МДН-транзистора з вбудованим каналом.

Інтегральні мікросхеми (ІС). Класифікація ІС за конструкторсько-технологічними ознаками та функціональним призначенням. Гібридні інтегральні схеми, напівпровідникові ІС, ВІС, мікрозбірки.

Основні етапи створення напівпровідникових та гібридних ІС (ГІС). Технологічні операції: епітаксія, дифузія домішок, іонне легування, термічне окислення, травлення. Нанесення тонких плівок, створення з'єднань та контактів. Фотолітографія та субмікронна літографія. Нанотехнологія. Матеріали підкладок.

Елементи ІС: резистори, конденсатори, індуктивності, провідники і контактні площадки. Основи розрахунку пасивних елементів. Навісні компоненти ГІС.

Поняття про мікросхемотехніку і її загальні принципи, обумовлені інтегральною технологією. Відмінність мікросхемотехніки від схемотехніки на дискретних компонентах. Транзисторні ключі на БТ. МДН-транзисторні ключі. Комплементарний ключ.

Логічні елементи ІС на біполярних і польових транзисторах. Основні параметри та характеристики.

Основи схемотехніки аналогових ІС. Поняття про диференційний і операційний підсилювачі, їх характеристики, параметри та області застосування.

Введення в функціональну електроніку та наноелектроніка. Елементи акустoeлектроніки. Лінії затримки, фільтри на об'ємних та поверхневих акустичних хвилях. Принципи наноелектроніки. Фізичні основи наноелектроніки. Наноелектронні прилади.

## 2. ОСНОВИ ТЕОРІЇ КІЛ

Розрахунок кіл постійного струму із використанням еквівалентних перетворень пасивних і активних елементів кола.

Розрахунок кіл постійного струму із використанням законів Ома та Кірхгофа.

Розрахунок кіл постійного струму із використанням методу контурних струмів, методу вузлових напруг та методу еквівалентного генератора.

Складання матриць опорів (за методом контурних струмів) та провідностей (за методом вузлових напруг) для кіл, що містять керовані джерела.

Розрахунок потужностей та балансу потужностей у колах постійного струму.

Розрахунок кіл гармонічного струму та напруги за методом комплексних амплітуд.

Побудова векторних діаграм кіл гармонічного струму.

Розрахунок потужності у колах гармонічного струму

Розрахунок кіл гармонічного струму із використанням добротності гілки.

Розрахунок послідовних коливальних контурів (визначення добротності, смуги пропускання, розрахунок внесеного опору за часткового та повного ввімкнення).

Розрахунок паралельних коливальних контурів (визначення добротності, смуги пропускання, розрахунок внесеного опору за часткового та повного ввімкнення).

Розрахунок простої довгої лінії без втрат (розрахунок коефіцієнта відбиття за напругою, струмом, КБХ, КСХ, побудова розподілів струму та напруги вздовж лінії).

Розрахунок довгих лінії, довжиною в чверть хвилі.

Розрахунок схемних функцій кіл (коефіцієнта передачі за напругою, коефіцієнт передачі за струмом, вхідний опір).

Розрахунок чотирьох полюсників із використанням їх систем параметрів.

Розрахунок чотирьох полюсників із використанням П- та Т-подібної схем заміщення.

Розрахунок кін операторним методом.

Розрахунок часових характеристик кін (імпульсної та перехідної характеристик кола, напруги (струму) на виході).

Розрахунок перехідних процесів у колах.

### 3. КОНСТРУЮВАННЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Класифікація РЕА за функціональним призначенням та конструктивною складністю.

Технічна документація. Загальні правила. Позначення на документах. Допуски, посадки. Шорсткість. Технічне завдання. Схеми електричні. Перелік елементів. Креслення деталі. Друкована плата. Друкований вузол. Складальне креслення. Специфікація.

Дестабілізуючі фактори і їх вплив на роботу РЕА. Класифікація дестабілізуючих факторів. Кліматичні, механічні, біологічні, електромагнітні, температурні, спеціальні умови експлуатації.

Поняття абсолютної та відносної вологості. Вплив вологи на параметри РЕА. Процес сорбції. Закон Генрі в процесі поглинання вологи. Закон Фіка в процесі вологопереносу. Межі застосовуваності цього закону. Пояснити формулу Жюрена в процесі поглинання вологи. Види вологозахисту. Загальні принципи. Види вологозахисних оболонок.

Поняття герметизації РЕА та її види.

Дія вологи на діелектричні матеріали та металеві конструкції РЕА.

Перенесення тепла кондукцією, основний закон кондуктивного теплообміну. Тепловий опір. Тепловий опір послідовно та паралельно з'єднаних стінок.

Перенесення тепла конвекцією, основний закон конвективного теплообміну.

Теплове випромінювання. Характеристики поверхні при променистому теплообміні. Абсолютно чорне тіло. Теплове випромінювання. Закон Планка. Закон Вінна. Закон Стефана-Больцмана. Закон Ламберта. Закон Кірхгофа. Коефіцієнт теплообміну випромінюванням.

Теплові моделі РЕА. Принципи теплового моделювання РЕА. Теплова характеристика РЕА.

Системи забезпечення нормального теплового режиму РЕА. Кондуктивні системи забезпечення нормального теплового режиму РЕА.

Класифікація завад. Характеристика основних методів забезпечення внутрішньо системної ЕМС. Фільтрація завад вимоги до фільтрів завад. Елементи фільтрів.

Заземлення, в контексті під'єднання до спільної шини. Вимоги до заземлення. Способи заземлення та їх конструктивна реалізація.

Завади в короткій лінії зв'язку та методи їх усунення. Завади в довгій лінії зв'язку та методи їх усунення. Індуковані завади. Причини виникнення та методи їх усунення.

Поняття екранування. Вимоги до екранів. Екранування електромагнітного поля. Екранування магнітного поля. Екранування електричного поля. Конструювання екранів. Вибір матеріалів екранів. Одношарові та багатошарові екрани.

Показники надійності. Імовірність відмов, імовірність безвідмовної роботи. Частота відмов, інтенсивність відмов, різниця між цими поняттями. Експоненційний закон надійності. Визначення середнього часу безвідмовної роботи виходячи з експоненційного закону надійності.

Показники ремонтпридатності. Вплив зовнішніх факторів на показники надійності. Способи підвищення надійності.

Фізична модель механічної системи з одним ступенем свободи.

Поняття та класифікація механічних впливів. Вплив механічних коливань і ударів на РЕА. Способи захисту РЕА від механічних впливів.

#### 4. ЦИФРОВІ ПРИСТРОЇ

Двійкова система числення. Арифметичні та логічні операції над двійковими числами.

Поняття логічної функції (ЛФ). Способи задання ЛФ. Правила складання структурних формул ЛФ. Основні закони алгебри логіки. Перетворення і мінімізація ЛФ.

Автоматизація процесу мінімізації ЛФ за допомогою карт Карно. Використання карт Карно (діаграм Вейча) для мінімізації структурних формул.

Повністю та частково визначені ЛФ. Система кодування потенціалів.

Використання алгебри логіки для синтезу комбінаційних цифрових пристроїв.

Приклади синтезу комбінаційних логічних схем в різних логічних базисах. Використання мультиплексорів при синтезі логічних схем.

Універсальні логічні елементи та їх використання для синтезу логічних схем.

Типові комбінаційні вузли: напівсуматори, суматори, дешифратори, шифратори, перетворювачі кодів, компаратори, мультиплексори, демультимплексори. Синтез схем комбінаційних пристроїв на мультиплексорі.

RS-тригери, T- тригери, D- тригери, JK- тригери. Таблиці перемикавання сигналів тригерів. Генератори тактових імпульсів.

Синтез синхронних і асинхронних послідовних пристроїв (цифрових автоматів). Приклади синтезу цифрових автоматів.

Схеми типових цифрових автоматів: лічильники (синхронні і асинхронні, двійкові і з довільним модулем лічби), регістри (паралельні, послідовні, універсальні), подільники частоти. Синтез лічильників із довільним модулем лічби.

Параметри та структура ЦАП та АЦП різних типів.

## 5. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

### **Способи передачі даних в мережах**

Інформаційний канал і його основні характеристики (пропускна спроможність, смуга пропускання, спотворення сигналів). Схеми кодування сигналів і основні типи фізичних кодів (код без повернення до нуля, код з поверненням до нуля, манчестерський код, код АМІ). Схеми логічного кодування (надлишкові коди, скремблювання). Методи модуляції (амплітудна, частотна, фазова). Методи концентрації і ущільнення (часове ущільнення, статистичне часове ущільнення, частотне ущільнення, ущільнення за довжинами хвиль). Методи комутації (комутація каналів, комутація пакетів, комутація повідомлень).

### **Мережна архітектура, методи доступу до інформаційного каналу**

Еталонна модель взаємодії відкритих систем. Призначення еталонної моделі взаємодії відкритих систем. Рівні мережної архітектури (прикладний, представницький, сеансовий, транспортний, мережевий, каналний, фізичний).

Методи доступу до інформаційного каналу.

Безперервний автоматичний запит на повторення (ковзаючі вікна). Мультиплексна передача з часовим розділенням. Система з контролем несучої і виявленням колізій. Маркерні системи. Пріоритетні маркерні системи.

### **Структура стеку протоколів TCP/IP**

Характеристика рівнів стеку TCP/IP. Особливості протоколу IP. Особливості IP-адресації (класи IP-адрес, особливі типи IP-адрес, використання масок для сегментації IP-мереж).

Протокол ICMP (призначення, типи повідомлень ICMP). Протокол перетворення адрес ARP. Протокол зворотного перетворення адрес RARP. Протокол TCP (встановлення TCP-з'єднання, ковзаюче вікно TCP, регулювання трафіку). Протокол UDP. Особливості системи доменних імен (DNS).

### **Фізичне середовище передачі**

Класифікація середовищ передачі сигналів (обмежені і необмежені середовища). Основні характеристики середовищ передачі (загасання, імпеданс, перехресні наведення між скрученими парами активний опір, ємність, рівень зовнішнього електромагнітного випромінювання). Структуровані кабельні системи.

Обмежені середовища передачі. Скручена пара (типи, категорії, основні характеристики). Оптиволоконний кабель (типи, основні характеристики).

## 6. МЕТОДОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ НА МОВАХ HDL

Цифрові пристрої. Розвиток методології проектування цифрових пристроїв.

Основні етапи проектування цифрових пристроїв. Мови проектування апаратури (HDL), призначення, розвиток, можливості. Моделювання. Призначення та основні способи моделювання.

Тестові файли (test - bench). Призначення. Особливості моделювання програми ModelSim.



## **Особливості мови Verilog (VHDL)**

Мова Verilog (VHDL). Призначення та особливості. Поведінковий і структурний опис пристроїв.

Конструкція module мови Verilog (entity для мови VHDL). Порти - типи і оголошення.

Типи даних у мові Verilog (VHDL). Особливості різних типів даних.

Масиви у мові Verilog (VHDL)(елементи пам'яті). Оголошення параметрів. Присвоєння значень змінним.

Арифметичні оператори мови Verilog (VHDL). Оператори еквівалентності і порівняння .

Логічні оператори мови Verilog (VHDL). Оператори конкатенації і реплікації.

Процедурні блоки мови Verilog (VHDL). Список виклику процедурного блоку.

Призначення часових затримок у мові Verilog (VHDL).

Умовний оператор IF- ELSE. Оператор CASE.

Оператори циклу мови Verilog (VHDL).

Підпрограми в мові Verilog (task і function). Підпрограми в мові VHDL.

Вбудовані примітиви в мові Verilog (VHDL). Спосіб виклику. Примітиви, створювані користувачем.

Виклик і підключення компонентів у мові Verilog (VHDL).

Тестовий файл (test - bench) мовою Verilog (VHDL).

Системні функції мови Verilog (VHDL). Директиви компілятора.

Опис синхронних і асинхронних пристроїв на мові Verilog (VHDL).

Кінцеві автомати. Опис кінцевих автоматів на мові Verilog (VHDL).

## **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Критерії оцінювання відповіді вступника враховують повноту та правильність відповіді, а також здатність вступника узагальнювати отримані знання, застосовувати загальні та специфічні наукові методи, принципи та закони на конкретних прикладах; аналізувати, інтерпретувати та оцінювати отримані результати.

Кожний білет складається з шести питань. Вступник має обрати два питання, на які буде надавати відповідь.

Критерії оцінки виконання завдань наступні.

Номер завд.	Максимальний бал	Типові помилки	Знижка балів, до
1	50	1. Аналіз проведено досить повно, не враховані деякі особливості.	5
		2. Не зроблені деякі узагальнення.	10
		3. Аналіз проведено без врахування деяких важливих критеріїв чи параметрів.	20
		4. Аналіз проведено досить поверхово. Не розкрито повністю питання.	50
2	50	1. Аналіз проведено досить повно, не враховані деякі особливості.	5
		2. Не зроблені деякі узагальнення.	10
		3. Аналіз проведено без врахування деяких важливих критеріїв чи параметрів.	20
		4. Аналіз проведено досить поверхово. Не розкрито повністю питання.	50
Сума	100		

Максимальна кількість балів – 100.

Оскільки «Правила прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2021 році» вимагають при обчисленні конкурсного балу застосувати шкалу оцінювання 100...200 балів (подібно до шкали оцінок ЄВІ), здійснюється перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання в шкалу ЄВІ відповідно до наведеної нижче таблиці відповідності.

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

При отриманні незадовільної оцінки (рейтинговий бал менше 60) вступник виключається з конкурсного відбору.

Вступники, які користувалися на екзамені недозволеними допоміжними матеріалами, пристроями або працювали не самостійно видаляються із екзамену і отримують незадовільну оцінку.

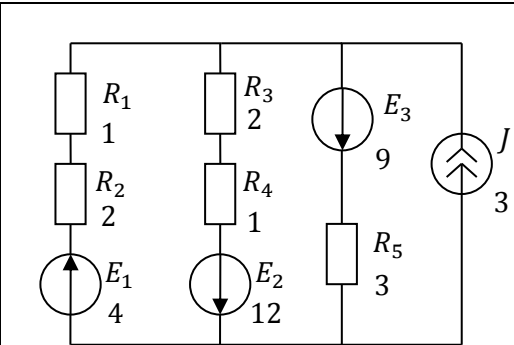
**ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ФАХОВОГО  
ВИПРОБУВАННЯ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № X**

з комплексного фахового вступного випробування  
для вступу на освітньо-наукову програму «**Радіоелектронна інженерія**»  
підготовки магістрів за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

Затверджено НМК 172 (протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.).

<b>1.</b>	Будова, принцип дії біполярного транзистора, його параметри, характеристики.
<b>2.</b>	У колі (рис. 1) визначити величину і напрям струму через опір $R_1$ методом еквівалентного генератора, розрахувати його еквівалентні параметри. Всі опори в кОм, струми – мА, напруги – В. 
<b>3.</b>	Удари в ЕА. Визначення, основні положення. Вібро- та ударозахист ЕА шляхом амортизації.
<b>4.</b>	Побудувати схему асинхронного додавального лічильника на JK-тригерах з модулем лічби 6. Логічні функції для сигналів керування мінімізувати за допомогою карт Карно.
<b>5</b>	Визначити, до якого класу належить IP-мережа 20.0.0.0, навести стандартну маску мережі даного класу та навести ознаку належності IP-мережі до класу. За допомогою маски розбити IP-мережу 20.0.0.0 на 6 підмереж. Навести розширену маску та діапазон адрес першої підмережі та останньої, які можуть бути використані для адресації вузлів.
<b>6</b>	Опишіть на мові Verilog (або VHDL) наступний пристрій. Кінцевий автомат з чотирма станами і двома вхідними сигналами X1, X2. Умова переходу з стану 1 в стан 2 – X1 і X2 = «0». Умова переходу з стану 2 в стан 3 – X1 = «1». Умова переходу з стану 3 в стан 4 – X2 = «0». Умова переходу з стану 4 в стан 1 – X1 і X2 = «1». Вихідний сигнал кінцевого автомату – його попередній стан.

Голова атестаційної комісії \_\_\_\_\_

М.М. Степанов

## ЛІТЕРАТУРА

### Електронна компонентна база

1. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учебн. пособие для вузов / И.П.Степаненко – М.: Лаб. базовых знаний. – 2001. – 488 с.
2. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций / В.А. Прянишников – Санкт-Петербург. СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 416 с.
3. 15. Шука А. А. Нанoeлектроника. Учебн. пособие / А.А. Шука — М.:Физматкнига, 2007. — 465 с.
4. Шука А.А. Электроника. 2-е издание. Учебн. пособие / А.А. Шука — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 739 с.
5. Морган Д. Устройства обработки сигналов на поверхностных акустических волнах / Д. Морган: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1990.— 416 с.
6. Троцишин І.В. Фізичні основи електронних приладів: Навчальний посібник / І.В.Троцишин – Хмельницький: ХДУ. – 2004. – 488 с.
7. Твердотільна електроніка: підручник / О. В. Борисов, Ю. І. Якименко; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с.
8. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти: В 4 ч. Ч. 1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с. URL [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41346/1/EBRA\\_1.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41346/1/EBRA_1.pdf)
9. Елементна база радіоелектронної апаратури: В 4 ч. Ч. 2. Напівпровідники та діоди [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,83 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 117 с. URL [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41347/1/EBRA\\_2.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41347/1/EBRA_2.pdf)
10. Елементна база радіоелектронної апаратури: В 4 ч. Ч. 3. Багатоперехідні структури [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,09 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 134 с. URL [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41348/1/EBRA\\_3.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41348/1/EBRA_3.pdf)
11. Елементна база радіоелектронної апаратури: В 4 ч. Ч. 4. Основи мікроелектроніки [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,22 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 119 с. URL [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41349/1/EBRA\\_4.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41349/1/EBRA_4.pdf)

## **Основи теорії кіл**

1. Основи теорії кіл: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч.1 / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін / За аг. Редакцією В.М. Шокола та В.І. Правди. – Х.: Компанія СМІТ, 2008. – 432.
2. Основи теорії кіл: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Ч. 2 / Ю.О. Коваль, Л.В. Гринченко, І.О. Милютченко, О.І. Рибін / За аг. Редакцією В.М. Шокола та В.І. Правди. – Х.: Компанія СМІТ, 2008. – 560 с.
3. Основи теорії кіл. Підготовка до фахового вступного випробування [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», спеціалізацій «Радіотехнічні інформаційні системи», «Радіозв'язок і оброблення сигналів», «Радіосистемна інженерія», «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» / А. В. Булашенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 1,41 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 100 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/34839>.
4. Основи теорії кіл. Збірник задач [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / А. В. Булашенко, М. І. Ястребов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 2,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 128 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/34874>.

## **Конструювання радіоелектронної апаратури**

1. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА [Текст] : учебное пособие / В. Т. Белинский [и др.] ; ред.: К. Б. Круковский-Синевиц, Ю. Л. Мазор. - Киев : Вища шк., 1992. - 494 с. : ил.
2. Каленкович. Н. И. Радиоэлектронная аппаратура и основы её конструкторского проектирования : учебно-методическое пособие для студентов спец. «Моделирование и компьютерное проектирование» и «Проектирование и производство РЭС» / Н.И. Каленкович [и др. ]. - Минск: БГУИР, 2008. - 200 с. : ил.
3. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлева и др. Под общ. ред. В. А. Шахнова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 528 с.: ил.
4. Ненашев А.П. Конструирование радиоэлектронных средств: Учеб. для радиотехнич. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1990. — 432 с.
5. Ванін В.В., Білок А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації: Навч. посібн. 4-те вид., випр. і доп. - К.: Каравела, 2012. - 200 с. ISBN 966-8019-07-5
6. Дж. Барнс. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. – М.: "Мир ", 1990 г.
7. Домнич В.И. Конструирование РЭС. Тепловлагозащита. – Киев, УМК ВО, учебное пособие, 1993.
8. Домнич В.И., Зиньковский Ю.Ф. Конструирование РЭС. Оценка и обеспечение тепловых режимов. – Киев, УМК учебное пособие, 1991.

9. Зиньковский Ю.Ф., Клименко В.Г., Погребняк В.П., Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – Киев, УМК ВО, учебное пособие, 1990.

10. Токарев М.Ф., Галицкий Е.Н., Фролов В.А.. Механические воздействия и защиты радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1984,- 324 с.

### **Цифрові пристрої**

1. Точки Р. Д., Уидмер Н.С. Цифровые системы. Теория и практика / 8-е издание ; пер. с англ.. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024с.

2. Дэвид М. Харрис и Сара Л. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. 2013 Elsevier, Inc. ISBN 978-0-12-394424-5. – 1662 с.

3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники / Пер. с англ. ; Изд. 6-е. - М.: Мир, 2003.-704 с.

4. Бабич М.П., Жуков І.А.. Комп'ютерна схемотехніка: Навч. пос. К.: МК-Прес, 2004. – 412 с.

5. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. – Санкт-Петербург : "Наука и техника", 2000.-528 с.

### **Основи теорії телекомунікаційних систем**

1. Основи теорії телекомунікацій: Текст лекцій з дисципліни «Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки» [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітньої програми «Інформаційно-обчислювальні засоби радіоелектронних систем»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: П. В. Кучернюк. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,19 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 290 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41495>

### **Методологія проектування цифрових пристроїв на мовах HDL**

1. Лахно В.А., Гусев Б.С., Смолій В.В., Місюра М.Д., Касаткін Д.Ю. Технології проектування комп'ютерних систем (частина 1) - К.: НУБіП України, 2019. – 205 с.

2. Аврунін О.Г. Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС: навч. посібник / О.Г. Аврунін, Т.В. Носова, В.В. Семенець. - Харків: ХНУРЕ, 2018. - 196 с.

3. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проектування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 220 с.

4. Клайв Максфилд. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы. - М.; Додэка-XXI, 2007. – 408 с.

## ***РОЗРОБНИКИ***

Зав. каф. ПРЕ, д.т.н., проф. Степанов М. М.

Зав. каф. РІ, к.т.н., доц. Мартинюк С. Є.

Зав. каф. РТС, д.т.н., проф. Жук С.Я.

Зав. каф. КЕОА, д.т.н., проф. Лисенко О. М.