

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою радіотехнічного факультету
Протокол № 02/2019 від 25 лютого 2019 р.

Голова вченої ради _____ Р.В. Антипенко



ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування
для вступу на програму підготовки магістра
за спеціальністю **172 Телекомунікації та радіотехніка**
освітньою програмою
«Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»

Програму рекомендовано кафедрою
Радіоконструювання та виробництва
радіоапаратури

Протокол № 2 від «20» лютого 2019р.

Зав. кафедрою _____ Є. А. Нелін

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-професійну та освітньо-наукову програми підготовки магістрів за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»** (освітня програма **«Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»**).

До складу Програми входять такі дисципліни: Електронна компонентна база, Основи теорії кіл, Конструювання радіоелектронної апаратури (РЕА), Цифрова схемотехніка.

Випробування проводиться у вигляді письмового екзамену. Загальна кількість екзаменаційних білетів: 2 комплекти по 50 білетів. Кожний білет складається з чотирьох питань (два теоретичних питання та дві задачі), які стосуються різних дисциплін. Завдання оцінюються однаково. Час, відведений на виконання всіх завдань – 2 години. 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, абітурієнт 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 факультету 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 ім. 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 котушок індуктивності. Класифікація. Котушки індуктивності з магнітним і не магнітним осердям. Параметри осердь. Екрановані котушки індуктивності. Механізм екранування.

Трансформатори. Класифікація трансформаторів. Конструкції трансформаторів. Основні параметри. Трансформатори живлення. Магнітопроводи. Трансформатори сигнальні. Трансформатори імпульсні.

Різновиди електричних переходів. Контактна різниця потенціалів. Електронно-дірковий перехід (p-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, схеми ввімкнення, режими роботи. Коефіцієнти передачі струму. Фізичні параметри. 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. Структура та принцип дії МДН-транзистора з індукованим каналом. Фізичні процеси в МДН-структурі. Режими збіднення, збагачення, інверсії. Схеми ввімкнення ПТ. Сімейство стокових характеристик, сімейство стокосаслонних характеристик. Температурний дрейф характеристик. Пара-метри 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. Техніка масок. Фотолітографія та субмікронна літографія. Нанотехнологія. Матеріали підкладок ГІС.

Елементи ГІС: плівкові резистори, конденсатори, індуктивності, провідники і контактні площадки. Вплив матеріалів і конструкції ГІС на точнісні характеристики та розкид параметрів. Основи розрахунку пасивних елементів. Навісні компоненти ГІС.

Поняття про мікросхемотехніку і її загальні принципи, обумовлені інтегральною технологією. Відмінність мікросхемотехніки від схемотехніки на дискретних компонентах. Основи цифрової схемотехніки. Транзисторні ключі на БТ. Навантажу-вальна здатність ключа. Перемикач струму. МДН-транзисторні ключі. Комплементарний ключ.

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

Основи схемотехніки аналогових ІС. Поняття про диференційний і операційний підсилювачі, їх характеристики, параметри та області застосування. Генератори струму та напруги, вихідні каскади ІС.

Введення в функціональну електроніку та наноелектроніка. Елементи акустoeлектроніки. Лінії затримки, фільтри на об'ємних та поверхневих акустичних хвилях.

Принципи наноелектроніки. Фізичні основи наноелектроніки. Нанотехнологія. 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 чотиріполюсників із використанням їх систем параметрів.

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

Розрахунок кіл операторним методом.

Розрахунок часових характеристик кіл (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 завод. Характеристика основних методів забезпечення внутрішньо системної ЕМС. Фільтрація завод вимоги до фільтрів завод. Елементи фільтрів.

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

Заводи в короткій лінії зв'язку та методи їх усунення. Заводи в довгій лінії зв'язку та методи їх усунення. Індуковані заводи. 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 перемикання 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.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

Критерії оцінювання відповіді студента враховують повноту та правильність відповіді, а також здатність студента 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 чотирьох питань, кожний з яких оцінюється в **25 балів**.

Максимальна кількість балів на всі запитання екзаменаційного білета дорівнює:

$$\mathbf{25\ балів \times 4 = 100\ балів.}$$

За кожне питання екзаменаційного білета можна отримати:

21 - 25 балів – Повна відповідь (не менше 95% відсотків потрібної інформації). Наведені без помилок всі необхідні формули, закони, теореми, визначення. Відповідь має логічну та структурну завершеність, обрано раціональний підхід до розв'язку задачі, наведено приклади, відсутні граматичні помилки, коректно вжиті терміни, розкрито основні поняття, наведено всі розмірності фізичних величин, приведено правильний підсумковий висновок.

16 - 20 балів – Достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації). Відповідь може містити 1 – 2 неточності. Наведені всі необхідні формули, закони, теореми, визначення. Відповідь має логічну структуру, обрано правильний підхід до розв'язку задачі, наведено приклади, коректно вжиті терміни, розкрито основні поняття, наведено всі розмірності фізичних величин, приведено правильний підсумковий висновок.

10 - 15 балів – Неповна відповідь (але не менше 60% потрібної інформації) з незначними неточностями та помилками у формулюванні. Відповідь не має логічної завершеності, обрано нераціональний підхід до розв'язку задачі, відсутні приклади, наявні граматичні помилки, коректно вживані терміни, але не всі основні поняття розкрито, наведено всі розмірності фізичних величин, не приведено правильний підсумковий висновок.

1 - 10 балів – Незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації). Основні формули, закони, теореми та визначення не наведені, або наведені із помилками. Відповідь не має логічної завершеності, обрано нераціональний підхід до розв'язку задачі, відсутні приклади, наявні граматичні помилки, не коректно вживані терміни, не всі основні поняття розкрито, не наведено всі розмірності фізичних величин, не приведено правильний підсумковий висновок.

0 балів – Відсутність відповіді.

Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно з критеріями ECTS, виставляється оцінка:

Значення сумарного балу	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

Оцінка **Незадовільно** означає, що вступне випробування не складено.

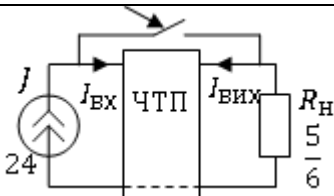
Абітурієнти які користувалися на екзамені недозволеними допоміжними матеріалами, пристроями, або працювали не самостійно видаляються із екзамену і отримують оцінку **Незадовільно**.

**ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ
КОМПЛЕКСНОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

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

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № X
з комплексного фахового вступного випробування
для вступу на програму підготовки магістрів
спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
освітня програма «**Інтелектуальні технології мікросистемної
радіоелектронної техніки**»

Затверджено на засіданні Вченої ради радіотехнічного факультету
(протокол № 02/2019 від 25 лютого 2019 р.).

1.	Будова, принцип дії біполярного транзистора, його параметри, характеристики.	
2.	У колі (рис. 1) визначити струми у навантаженні після замикання ключа. Y-параметри чотирьохполюсника ЧТП для заданих напрямків струмів та напруг мають значення $Y = \begin{bmatrix} 7 & -3 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} \text{ мСім.}$ Всі опори в кОм, струми – мА, напруги – В.	 <p style="text-align: center;">Рисунок 1</p>
3.	Удари в ЕА. Визначення, основні положення. Вібро- та ударозахист ЕА шляхом амортизації.	
4.	Побудувати схему асинхронного додавального лічильника на JK-тригерах з модулем лічби 6. Логічні функції для сигналів керування мінімізувати за допомогою карт Карно.	

Голова атестаційної комісії _____

Р.В. Антипенко

ЛІТЕРАТУРА

Електронна компонентна база

1. Аваев Н.А. Электронные приборы: Учебн. для вузов / Н.А. Аваев, Г.Г. Шишкин; под ред проф.Г.Г. Шишкина. – М.: Изд-во МАИ, 1996.
2. Булычев А.Л. Электронные приборы: учебник / А.Л. Булычев, П.М.Лямин, Е.С. Тулинов. – М.: Лайт ЛТД, 2000. – 416 с.
3. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: Учебн. для вузов // В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин – СПб.: Лань, 2003. – 474 с.
4. Терехов В.А. Задачник по электронным приборам. Учебн. пособие для вузов / В.А.Терехов – М.: Из-во «Лань», 2003. – 288 с.
5. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учебн. пособие для вузов / И.П.Степаненко – М.: Лаб. базовых знаний. – 2001. – 488 с.
6. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций / В.А. Прянишников – Санкт-Петербург. СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 416 с.
7. Щука А.А. Электроника. Учебн. пособие / А.А. Щука; под ред. А.С.Сигова. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. –800 с.
8. 15. Щука А. А. Наноэлектроника. Учебн. пособие / А.А. Щука — М.:Физматкнига, 2007. — 465 с.
9. Кравченко О.П. Фізичні основи функціональної мікроелектроніки / О.П. Кравченко — К.: Либідь,1993. — 213 с.
10. Щука А.А. Электроника. 2-е издание. Учебн. пособие / А.А. Щука — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 739 с.
11. Морган Д. Устройства обработки сигналов на поверхностных акустических волнах / Д. Морган: Пер. с англ. — М.: Радио и связь, 1990.— 416 с.

Основи теорії кіл

1. Основы теории 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. Основы теории 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. Атабеков Г. И. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1969. – 424с.
4. Попов В.П. Основы теории цепей.– М. Высш. шк. 1985.
5. Зернов Н. В. Теория радиотехнических цепей / Н.В. Зернов, В.Г. Карпов. – Л.: Энергия, 1972.– 916с.
6. Бычков Ю. А. Сборник задач и практикум по основам теории цепей./ Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Э. П. Чернышев. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 300с.
7. Збірник задач з дисципліни «Основи теорії кіл» для студентів радіотехнічного факультету спеціальності 172 Телекомунікації та

радіотехніка / Укладачі: А. В. Булашенко, М. І. Ястребов. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 123с.

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., Блюк 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.

РОЗРОБНИКИ

Доц. каф. КіВРА, к.т.н. Адаменко Ю. Ф.

Доц. каф. РТПС, к.т.н. доц. Піддубний В. О.

Ст. викл. каф. ТОР Булашенко А. В.

Ст. викл. каф. КіВРА Новосад А. А.

Доц. каф. РОС, к.т.н. доц. Сушко І. О.