

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖЕНО РАДОЮ

радіотехнічного факультету

Протокол № 02/2015 від 23 лютого 2015 року

Декан РТФ

О.І. Рибін



(підпис)

ПРОГРАМА

додаткового вступного випробування

для навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра/спеціаліста  
по спеціальності 8(7).05090204 «Біотехнічні та медичні апарати і системи»

Програму рекомендовано кафедрою  
Радіоконструювання та виробництва радіоапаратури  
Протокол № 06/2014-15 від 04 лютого 2015 року

Завідувач кафедри КіВРА

  
(підпис)

Є.А. Нелін

Київ–2015

## ВСТУП

Основними цілями Програми є надання вичерпної інформації про склад, структуру додаткового вступного випробування для навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра/спеціаліста по спеціальності 8(7).05090204 «Біотехнічні та медичні апарати і системи», критерії оцінювання результатів випробування.

До складу Програми входять такі дисципліни:

- Вища математика;
- Загальна фізика;
- Електронні прилади;
- Електронна компонентна база;
- Комп'ютерне моделювання електронних схем, конструкцій та технологій РЕА;
- Матеріалознавство радіоелектронної апаратури;
- Радіоелектроніка та моделювання радіоелектронних кіл;
- Технологія виробництва радіоелектронних апаратів;
- Фізико-теоретичні основи конструювання радіоелектронної апаратури.

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді екзамену. Загальна кількість екзаменаційних білетів 30. Кожний білет складається з чотирьох питань, які стосуються різних дисциплін. Завдання не є різноваговими і 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.

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 за програмами освітньо-кваліфікаційних рівнів «спеціаліст», «магістр» можуть допускатися до складання пропущених вступних випробувань з дозволу

голови атестаційної комісії факультету/інституту в межах встановлених строків і розкладу проведення випробувань.

Перескладання вступних випробувань з метою підвищення оцінки не дозволяється.

Вступники, знання яких було оцінено нижче ніж визначена Приймальною комісією та Правилами прийому кількість балів, потрібна 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 НТУУ "КПІ".

Під час випробувань вступники зобов'язані підтримувати тишу та порядок в аудиторії. Протягом випробування (у разі гострої необхідності, 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

## Вища математика

Матриці та дії над ними. Визначники та їх властивості. Властивості визначників.

Обернення матриць. Системи лінійних рівнянь. Метод Гауса. Ранг матриць. Однорідні системи лінійних рівнянь.

Простір геометричних векторів. Лінійна залежність геометричних векторів.

Декартові прямокутна система координат. Скалярний, векторний та мішаний добуток векторів, їх алгебраїчні та геометричні властивості.

Пряма на площині. Площина. Пряма в просторі. Криві другого порядку. Поверхні другого порядку.

Означення та приклади лінійних просторів. Розмірність та базиси лінійних просторів. Лінійні оператори: означення, приклади, їх зв'язок з матрицями.

Зв'язок між координатами векторів та матрицями лінійних операторів при переході до нового базису. Власні вектори та числа лінійних операторів, їх властивості.

Евклідов простір. Квадратичні форми та їх зведення до канонічного вигляду за допомогою ортогональних перетворень. Зведення рівнянь кривих та поверхонь другого порядку до канонічного вигляду.

Множини, дії з ними. Числові множини. Обмежені множини. Точні грані множин. Злічені та незлічені множини. Метод повної математичної індукції.

Розміщення, перестановки, сполуки. Біном Ньютона. Комплексні числа в алгебраїчній та тригонометричній формах. Формула Муавра.

Добування кореня з комплексних чисел. Границя та неперервність функції в точці. Нескінченно малі та нескінченно великі функції. Деякі визначені границі.

Порівняння нескінченно малих та нескінченно великих функцій. Властивості функцій неперервних на відрізку.

Поняття похідної, її геометричний та фізичний зміст. Диференційовність функції в точці. Диференціал функції. Обчислення похідних від основних елементарних функцій.

Похідна суми, добутку, частки. Похідна складної функції. Похідна оберненої функції. Таблиця похідних. Інваріантність форми диференціала.

Функції, задані параметрично та їх диференціювання. Диференціювання функцій, заданих неявно. Похідні та диференціали вищих порядків. Формула Лейбніца.

Зростання та спадання функцій в точці та на інтервалі. Теорема Ферма. Теорема Ролля, Лагранжа, Коші. Правила Лопіталя.

Формула Тейлора з залишковим членом в формі Лагранжа та Пеано. Розвинення деяких елементарних функцій за формулою Тейлора. Застосування формули Тейлора. Дослідження функцій на екстремум. Необхідні та достатні умови екстремуму.

Первісна та невизначений інтеграл, їх властивості. Таблиця основних інтегралів. Інтегрування частинами. Заміна змінних у невизначеному інтегралі. Приклади.

Теорія многочленів. Розвинення многочленна на лінійні та квадратичні множини. Розвинення дробово раціональних на прості дробу. Інтегрування раціональних дробів.

Інтегрування функцій, що раціонально залежать від тригонометричних функцій. Інтегрування деяких ірраціональних функцій. Обчислення деяких невизначених інтегралів.

Визначений інтеграл: означення, умови існування, геометричний та фізичний зміст. Основні властивості визначеного інтеграла.

Формула Ньютона-Лейбніца. Інтегрування частинами. Заміна змінних і визначеному інтегралі. Геометричні застосування визначеного інтеграла. Невласні інтеграли першого роду.

Теореми порівняння. Невласні інтеграли другого роду. Абсолютна та умовна збіжність невластних інтегралів.

Функції багатьох змінних. Область визначення. Неперервність функцій багатьох змінних. Властивості функцій, неперервних в замкненій області. Частинні похідні.

Необхідні та достатні умови диференційовності. Повний диференціал. Похідні складної функції. Повна похідна. Інваріантність форми диференціала. Похідна в заданому напрямку. Градієнт. Неявні функції, теореми існування (без доведення).

Похідні неявних функцій. Дотична площина та нормаль до поверхні. Частинні похідні та диференціали вищих порядків. Формула Тейлора. Екстремуми функцій багатьох змінних.

Необхідні умови екстремумів. Достатні умови екстремумів. Умовний екстремум. Метод множників Лагранжа. Найбільше та найменше значення функції в області.

Подвійні та потрійні інтеграли: означення, геометричний та фізичний зміст. Основні властивості кратних інтегралів. Обчислення подвійних інтегралів. Заміна мінних в подвійних інтегралах. Обчислення потрійних інтегралів. Заміна змінних в потрійних інтегралах.

Циліндричні та сферичні координати. Застосування кратних інтегралів до розв'язання задач геометрії, механіки, фізики. Криволінійні інтеграли першого роду: означення, обчислення, деякі застосування. Криволінійні інтеграли другого роду: означення та обчислення.

Формула Гріна. Умови незалежності криволінійного інтеграла другого роду від шляху інтегрування. Поверхневі інтеграли першого роду, їх властивості та обчислення. Орієнтовані поверхні. Поверхневі інтеграли другого роду, їх властивості та обчислення.

Векторне поле. Векторні лінії. Формула Остроградського-Гауса. Дивергенція векторного поля. Формула Стокса. Ротор векторного поля. Потенціальне поле. Умови потенціальності. Векторний потенціал.

Умови соленоїдальності векторного поля. Векторні диференціальні операції першого та другого порядку. Векторні диференціальні операції в криволінійних координатах.

Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Задача Коші для диференціальних рівнянь першого порядку. Диференціальні рівняння першого порядку з розділюючими змінними.

Однорідні та ті що зводяться до них. Лінійні диференціальні рівняння. Рівняння Бернуллі. Рівняння в повних диференціалах. Інтегруючий множник. Диференціальні рівняння вищих порядків.

Задача Коші. Рівняння, що допускають зниження порядку. Лінійні диференціальні рівняння вищих порядків. Загальна теорія лінійних однорідних рівнянь. Структура загального розв'язку лінійного однорідного рівняння.

Формула Остроградського-Ліувілля. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння. Структура загального розв'язку. Метод варіації довільних сталих знаходження частинного розв'язку лінійного неоднорідного рівняння.

Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Лінійні неоднорідні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами. Знаходження частинних розв'язків лінійних неоднорідних рівнянь. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.

Числові ряди. Збіжність та сума ряду. Ряди з додатними членами. Теорема порівняння. Ознаки Даламбера та радикальна ознака Коші збіжності рядів з додатними членами. Інтегральна ознака Коші.

Знакозмінні ряди. Абсолютна та умовна збіжність. Ознака Лейбніця. Властивості абсолютно та умовно збіжних рядів. Функціональні ряди, область збіжності. Рівномірна збіжність. Ознака Вейерштраса.

Степеневі ряди. Теорема Абеля. Інтервал та радіус збіжності. Властивості степеневих рядів. Розвинення функцій в степеневі ряди. Ряд Тейлора. Приклади розвинення функцій в степеневі ряди. Застосування рядів в наближених обчисленнях.

Тригонометрична система функцій. Її ортогональність. Тригонометричний ряд Фур'є. Теорема Діріхле. Ряди Фур'є для парних та непарних функцій. Розвинення в ряд Фур'є по синусах та по косинусах.

Ряди Фур'є для функцій з довільним періодом. Комплексна форма ряду Фур'є. Інтеграл Фур'є. Комплексна форма інтегралу Фур'є. Перетворення Фур'є. Амплітудний та фазовий спектр періодичної та неперіодичної функції.

Поняття про функцію комплексної змінної. Границя та неперервність в точці. Диференціювання функції комплексної змінної. Поняття аналітичної в області функції. Необхідні та достатні умови аналітичності. Властивості аналітичних в області функцій.

Інтегрування функції комплексної змінної. Теорема Коші. Інтегральна формула Коші. Теорема про середнє значення аналітичної в крузі функції. Принцип максимуму модуля аналітичної функції. Інтегральне представлення похідної аналітичної функції. Теорема Ліувілля.

Послідовності та ряди аналітичних функцій. Аналітичність суми степеневого ряду. Ряди Тейлора та Лорана. Класифікація ізольованих особливих точок

аналітичної функції. Лишки та їх обчислення в полюсах. Основна теорема про лишки. Приклади обчислення інтегралів за допомогою лишків.

Означення оригіналу та зображення. Приклади знаходження зображень. Властивості зображень. Властивості зображень. Зображення згортки. Інтеграл Дюамеля. Знаходження оригіналу по заданому зображенню. Застосування перетворення Лапласа для розв'язання задачі Коші для лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами та систем таких рівнянь.

Приклади деяких фізичних процесів, що описуються диференціальними рівняннями в частинних похідних. Задача Коші для одновимірного хвильового рівняння. Формула Даламбера. Розв'язання рівняння вільних коливань обмеженої струни методом Фур'є розділення змінних. Розв'язання крайової задачі для неоднорідного рівняння коливань обмеженої струни. Розв'язання крайової задачі для рівняння теплопровідності.

#### Рекомендована література

1. Дубовик В. П. Вища математика: навч. посібн. / Дубовик В. П., Юрик І. І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
2. Лінійна алгебра та аналітична геометрія: Навч. посібник / В. В. Булдігін, І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Н. Р. Коновалова, Л. Б. Федорова; за ред. проф. В. В. Булдігіна. — К. : ТВіМС, 2011. — 224 с.
3. Клетеник Д. В. Сборник задач по аналитической геометрии: учеб. пособ. для вузов. – СПб.: Специальная литература, 1998. – 200 с.
4. Дубовик В. П. Вища математика. Збірник задач: навч. посібн./ Дубовик В. П., Юрик І. І. – К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
5. Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа: уч. пособие. – 22-е изд., перераб. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2005. – 432 с.
6. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Конспект лекцій. (І курс І семестр) / В. О. Гайдей, Л. Б. Федорова, І. В. Алексеєва, О. О. Диховичний. — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 104 с.
7. Диференціальне та інтегральне числення функцій кількох змінних. Диференціальні рівняння. Конспект лекцій. (І курс ІІ семестр) / Уклад.: В. О. Гайдей, Л. Б. Федорова, І. В. Алексеєва, О. О. Диховичний, — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 144 с.
8. Ряди. Функції комплексної змінної. Операційне числення. Конспект лекцій. (ІІ курс І семестр) / Уклад.: В. О. Гайдей, Л. Б. Федорова, І. В. Алексеєва, О. О. Диховичний, — К: НТУУ «КПІ», 2013. — 108 с.
9. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Практикум. (І курс І семестр) / Уклад.: І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2012. — 184 с.
10. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної. Практикум. (І курс І семестр) / Уклад.: І. В. Алексеєва, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2012. — 176 с.
11. Диференціальне числення функцій кількох змінних. Визначені інтеграли. Диференціальні рівняння. Практикум. (І курс ІІ семестр) / Уклад.: І. В.

- Алексеева, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2011. — 184 с.
12. Ряди. Теорія функцій комплексної змінної. Операційне числення. Практикум. (II курс III семестр) / Уклад.: І. В. Алексеева, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, Л. Б. Федорова. — К: НТУУ «КПІ», 2012. — 160 с.
  13. Краснов М.Л. Функции комплексного переменного: Задачи и примеры с подробными решениями: уч. пособие. Изд. 3-е, испр. / Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 208 с.
  14. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. пособие для студентов вузов. В 2-х частях / Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. — М.: Высш. школа, 1999. — Ч. 1. — 304 с.
  15. Сборник задач по математике для вузов. В 4-х частях. Ч. 1. Линейная алгебра и основы математического анализа: Учеб. пособие для вузов / Болгов В. А., Демидович Б. П., Ефимов А. В. и др. Под общ. ред. А. В. Ефимова и Б. П. Демидовича. — 3-е изд., испр. М.: Наука, 1993. — 480 с.
  16. Овчинников П. Ф. Высшая математика / П. Ф. Овчинников, Б. М. Лисицын, В. М. Михайленко. — М.: Высш.шк., 1989.
  17. Бугров Я. С. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. — М.: Наука, 1981.
  18. Шкіль М. І. Математичний аналіз. — Ч. II. — К.: Вища шк., 1981.
  19. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления : учеб. пособие для вузов. В 2-х т. / Н. С. Пискунов. — М.: Интеграл-Пресс, 2002. — Т.1. — 416 с.
  20. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления : учеб. пособие для вузов. В 2-х т. / Н. С. Пискунов. — М.: Интеграл-Пресс, 2002. — Т.2. — 544 с.

### **Загальна фізика**

Фізика і її зв'язок з іншими науками. Найважливіші проблеми і досягнення фізики. Загальні методи дослідження фізичних явищ.

Відносність руху. Основна задача механіки. Закон інерції. Перший закон Ньютона. Інерційні системи відліку. Принцип відносності Галілея.

Система відліку. Радіус-вектор, траєкторія, шлях, переміщення. Швидкість та прискорення. Відносна швидкість. Закон додавання швидкості Галілея. Ступеня свободи матеріальної точки.

Рух по криволінійній траєкторії. Кутові швидкість та прискорення. Зв'язок між лінійними і кутовими швидкостями та прискореннями.

Динаміка матеріальної точки. Імпульс. Маса. Закони збереження імпульсу і маси. Центр інерції. Реактивний рух.

Замкнута система матеріальних точок. Сила. Рівняння руху частинки. Другий і третій закони Ньютона.

Рух матеріальної точки в однорідному постійному силовому полі.



Неінерційні системи відліку. Сили інерції: відцентрова та Коріоліса. Рівняння руху частинки в НСВ.

Робота і енергія. Консервативні і неконсервативні сили. Кінетична енергія. Закон збереження механічної енергії.

Зв'язок між силою і потенціальною енергією. Характер руху частинки в силовому полі. Фінітний та інфінітний рух.

Задача про пружне та непружне зіткнення частинок.

Закон всесвітнього тяжіння. Задача Кеплера. Рух в центральному полі.

Динаміка твердого тіла. Момент імпульсу тіла щодо нерухомої осі. Закон збереження імпульсу. Момент інерції. Теорема Штейнера. Кінетична енергія твердого тіла, що обертається.

Рівняння руху твердого тіла. Робота зовнішньої сили при повороті тіла. Момент сили. Центр мас тіла.

Гіроскопи. Рух гіроскопа під дією сили ваги і вільного гіроскопа.

Спеціальна теорія відносності. Властивості симетрії простору і часу. Чотирьох вимірний простір Мінковського. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Просторово-часовий інтервал. Фізичні наслідки з перетворень Лоренца.

Релятивістська динаміка. 4-вектора швидкості, імпульсу та прискорення. Енергія релятивістської частинки. Рівняння руху в СТВ. Особливості руху релятивістських частинок. Зв'язок маси та енергії. Частинки з нульовою масою. Перетворення імпульсу й енергії.

Механічні коливання. Рівняння власних гармонійних коливань і його розв'язок. Малі коливання пружного, математичного і фізичного маятників. Енергія гармонійного осцилятора. Рівняння згасаючих коливань і його розв'язок. Декремент згасання.

Рівняння змушених коливань і його розв'язок. Резонанс. Добротність. Додавання декількох коливань. Биття. Параметричний резонанс.

Основи молекулярно-кінетичної теорії. Статистичний і термодинамічний методи. Макроскопічні (термодинамічні) параметри й стани системи. Рівноважний стан. Рівняння стану ідеального газу. Основне рівняння МКТ. Визначення температури. Середня кінетична енергія молекули та тиск ідеального газу.

Основи термодинаміки. Перше початок термодинаміки, теплоємності ідеального газу, другий початок термодинаміки, третій початок термодинаміки. Внутрішня енергія, теплота та робота. Перше начало термодинаміки

Рівнорозподіл енергії по ступенях вільності. Внутрішня енергія та теплоємності ідеального газу. Адіабатичний процес. Рівняння адіабати. Оборотні та необоротні процеси. Колові процеси (цикли). Прямі та зворотні цикли. Робота та коефіцієнт корисної дії (ККД) циклу. Цикл Карно, теорема Карно. Друге начало термодинаміки. Ентропія. Третє начало термодинаміки (теорема Ернста).

Електричний заряд і його фізичні властивості. Щільність електричного заряду. Точкові заряди. Електричний струм і щільність струму. Співвідношення між щільністю заряду і щільністю струму.

Потенціальне електростатичне поле. Кулонівське поле. Закон Кулона. Напруженість електростатичного поля. Принцип суперпозиції для напруженості. Польове трактування закону Кулона.

Електростатична теорема Гауса.

Поняття про потік векторного поля і дивергенції вектора. Формула Остроградського-Гауса. Силові лінії поля, його джерела і стоки. Теорема Гауса в інтегральній і диференціальній формах.

Потенційність електростатичного поля. Потенціальна енергія взаємодії точкових зарядів. Потенціал електростатичного поля і його властивості. Умова потенціальності. Принцип суперпозиції для потенціалів. Потенціальна енергія електростатичної взаємодії точкових, об'ємних і поверхнево-розподілених зарядів.

Рівняння Лапласа і Пуасона для скалярного потенціалу. Приклад: поле незкінченного круглого однорідного зарядженого циліндра.

Стаціонарне електричне поле. Рівняння електростатики. Густина заряду на поверхні провідника. Граничні умови для поля на поверхні. Електростатичний захист.

Електроємність провідника. Одиниця виміру ємності. Конденсатор. Заряд, енергія і ємність конденсатора. Ємність батареї конденсаторів. Типи конденсаторів і їхня ємність.

Закон збереження заряду. Рівняння безперервності. Струм провідності і струм зміщення. Фізична природа струму зміщення.

Магнітне поле і його релятивістська природа. Перетворення сили в СТВ. Сила Лоренца. Фізичні властивості сили Лоренца. Взаємодія точкового заряду і нескінченної прямої зарядженої нитки. Поле прямого струму.

Закон Біо-Савара. Магнітне поле заряду, що рухається. Поле об'ємних і лінійних струмів. Взаємодія рівнобіжних провідників із струмом. Сила Ампера. Одиниця виміру сили струму в СІ.

Закон повного струму. Поняття про циркуляцію вектори. Ротор вектора. Формула Стокса. Закон повного струму в інтегральній і диференціальній формах. Поле соленоїда.

Рух заряджених частинок в електромагнітному полі. Рух заряду в однорідному електричному полі. Рух в однорідному магнітному полі. Циклотронна частота. Рух у схрещених полях. Дрейф частинок. Прискорювачі заряджених частинок. Принципи роботи.

Закон електромагнітної індукції. Електрорушійна сила. Інтегральна і диференціальна форма закону електромагнітної індукції. Правило Ленца. Приклад.

Явище самоіндукції. Індуктивність провідника. ЕРС самоіндукції. Енергія провідника зі струмом.

Явище взаємної індукції. Коефіцієнт взаємоіндукції. ЕРС взаємоіндукції.

Відсутність носіїв магнітного заряду. Рівняння Максвелла. Замкнутість магнітних силових ліній.

Система рівнянь Максвелла у вакуумі. Граничні умови. Теорема про одиничність розв'язку електродинамічної задачі.

Постійний електричний струм. Сторонні сили і ерс. Закон Ома для ділянки ланцюга і для повного ланцюга. Інтегральна і диференціальна форма закону Ома. Питомий опір і електропровідність.

Закон збереження енергії для електромагнітного поля. Джоулево тепло. Об'ємна густина енергії електромагнітного поля. Вектор Пойнтінга.

Електростатичне поле при наявності діелектриків. Діпольний момент. Потенціал і напруженість поля діполя. Електричний діполь у зовнішньому полі.

Поляризація речовини. Зв'язані заряди. Полярні і неполярні молекули. Вектор індукції електричного поля  $B$  і його граничні умови.

Стаціонарне магнітне поле. Рівняння магнітостатики. Граничні умови для магнітного поля і струму. Поле контуру зі струмом.

Магнітний діполь. Поле контуру зі струмом. Магнітний діпольний момент. Контур із струмом у зовнішньому полі.

Магнітне поле в речовині. Магнетики. Намагнічення речовини. Діа-, пара- і ферромагнетизм. Магнітна сприйнятливість і проникність речовини. Вектор напруженості магнітного поля і його граничні умови.

Змінний електричний струм, колювання та хвилі. Квазістаціонарний струм. Закон Ома для змінного струму. Імпеданс. Векторна діаграма для напруги на  $R$ ,  $L$  і  $C$ . Закони Кірхгофа для змінного струму. Активний та реактивний опір. Потужність у ланцюзі змінного струму. Діючі значення струму і напруги.

Вільні електричні колювання. Власна частота, декремент згасання, добротність контуру. Вимушені електричні колювання. Умови резонансу. Резонансна частота. Резонансні криві.

Передача енергії по проводу. Передача енергії по кабелю.

Плоскі електромагнітні хвилі. Монохроматична хвиля. Хвильове рівняння. Фазова швидкість хвилі. Властивості плоских хвиль. Поширення електромагнітної хвилі в діелектрику.

Поширення електромагнітної хвилі в провіднику. Рівняння Максвела для хвиль у провіднику і їхній розв'язок у вигляді плоских хвиль. Дисперсійне рівняння. Скін-ефект.

Геометрична оптика. Закони геометричної оптики. Показник заломлення середовища. Принцип Ферма. Оптична довжина шляху. Лінзи. Формула тонкої лінзи. Фотометричні одиниці.

Інтерференція хвиль. Пакет хвиль. Цуг хвиль. Інтерференція хвиль від двох джерел. Часова і просторова когерентність. Інтерференція декількох хвиль. Класичні досліди інтерференції.

Дифракція хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Фраунгофера і Френеля. Дифракція від щілини. Дифракційна ґратка. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Бреґа. Рентгеноструктурний аналіз і гамма-спекроскопія.

Поляризація хвиль. Природне і поляризоване світло. Поляризатори. Закон Малюса. Поляризація при відбитті і заломленні світла. Закон Брюстера. Обертання площини поляризації. Ефект Фарадея.

Фізика атома. Вступ. Макроскопічний аналіз складових частин речовини. Молекули. Оцінка розмірів і енергії атому. Хімічні елементи. Ізотопи. Елементарні атомні явища. Планетарна модель атому та її недоліки. Модель атома Томсона.

Експериментальні дослідження структури атомів. Досліди по розсіюванню  $\alpha$ -частинок. Ядерна модель атома Резерфорда. Досліди по визначенню потенціалу збудження та іонізації атомів.

Постулати Бора. Модель атома Бора. Квантові числа. Атом водню і його спектр згідно з теорією Бора. Спектр іона  $\text{He}^+$ .

Просторове квантування для магнітного моменту атома. Затруднення теорії Бора. Необґрунтованість класичної теорії атома. Досліди Франка і Герца. Дискретність енергетичних рівнів в атомі. Ізотопний зсув в спектрах водню.

Корпускулярні властивості світла. Класична і сучасна фізика. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Планка. Кванти світла. Енергія та імпульс фотона.

Кванти світла та інтерференція хвиль. Корпускулярна інтерпретація досліду Юнга. Флуктуації інтенсивності світлового потоку. Досліди Вавілова.

Фотоефект. Теорія фотоефекта. Дослід Боте. Ефект Комптона.

Квантова механіка. Гіпотеза і формула де Бройля. Дифракція й інтерференція електронів. Співвідношення невизначеностей. Оцінка лінійних розмірів атома водню. Обмеженість механічного детермінізму.

Задання стану в квантовій механіці. Хвильова функція. Її статистичний і фізичний зміст. Нормування функції. Оператори фізичних величин квантової механіки. Власні значення і власні функції оператора. Середнє значення величини. Оператори імпульсу, моменту імпульсу, енергії.

Загальне рівняння Шредінгера. Принцип причинності в квантовій механіці. Стаціонарні стани. Стаціонарне рівняння Шредінгера.

Частинка в потенційній ямі. Квантовий гармонічний осцилятор. Проходження частинки скрізь потенціальний бар'єр. Тунельний ефект. Холодна емісія електонів.

Квантування енергії та імпульсу. Кулонівський потенціал. Нульові коливання. Наближена модель воднеподібного атома в квантовій механіці. Орбітальний момент імпульсу електрона в атомі. Виродження і кратність виродження рівнів. Енергетичні спектри. Потенціали збудження і іонізації. Квантове число електронів в атомі. Просторовий розподіл електрона в атомі водню. Ширина енергетичного рівня. Момент імпульсу в квантовій теорії. Спектр атома водню.

Досліди Штерна і Герлаха. Спін електрона. Спінове квантове число. Принцип нерозрізненості тотожних частинок. Принцип Паулі. Спектри лужних металів. Розподіл електронів в атомі за енергетичними станами. Структура електронних рівнів в складних атомах. Надтонка структура. Періодична система хімічних елементів.

Тема 5.5. Фізика твердого тіла. Кристали. Типи кристалічних ґраток. Теорія вільних електронів у металі.

Зонна теорія твердих тіл. Енергія і рівень Фермі. Метали, напівпровідники, діелектрики. Власна і домішкова електропровідність напівпровідників, p-n і n-p-n переходи.

Контактна різниця потенціалів. Ефект Хола. Термоемісія. Ефекти Зеебека і Пельтьє.

Основи ядерної фізики. Склад ядра. Ізотопи. Ядерні сили і їхні властивості. Реакції ділення важких ядер. Керована і некерована ланцюгові реакції ділення. Синтез легких ядер. Некерована реакція синтезу. Проблема КТС. Радіоактивність,  $\alpha$ ,  $\beta$  і  $\gamma$ -розпад. Закон радіоактивного розпаду.

## Рекомендована література

1. Кучерук І.М., Горбачук /./., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка.- К: Техніка, 1999.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.І., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Електрика і магнетизм,-К: Техніка, 2001.
3. Кучерук І.М., Горбачук /./.. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. - К: Техніка, 1999.
4. Иродов И.Е. Механика. Основные законы,- М: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы,-М: Лаборатория Базовых Знаний, 2000.
5. Иродов И.Е. Волновые процессы,-М: Лаборатория Базовых Знаний, 1999
6. Иродов И.Е. Квантовая физика,- М: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
7. Иродов И.Е. Физика макросистем,- М: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
8. Сивухин Д. В. Общий курс физики. -М.: Наука, 1977 -1986, тт. 1-5.
9. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. - М.: Наука, 1987.
10. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. - М.: Высшая школа, 1988.
11. Черкашин В.П. Лабораторный практикум по физике (электричество и магнетизм).- К: Вища школа, 1988.
12. Методические указания к лабораторному практикуму по физике (Оптика). Сост. Бригинец В.П., ГрибБ.И., Гусева О.А. и др.-К: КПИ, 1989.
13. Атомная физика. Методические указания к лабораторному практикуму. Сост. Бригинец В.П., ГрибБ.И., Гусева О.А. и др.-К: КПИ, 1990.
14. Збірник завдань до домашньої контрольної роботи з дисципліни «Загальна фізика», розділ «Механіка матеріальної точки» для студентів технічних напрямків підготовки. /Уклад. І. М. Репалов. - К.: НТУУ „КПІ”, 2011. - 16 с.
15. Збірник завдань до домашньої контрольної роботи з дисципліни «Загальна фізика», розділ «Динаміка матеріальної точки» для студентів технічних напрямків підготовки. /Уклад. І. М. Репалов. - К.: НТУУ „КПІ”, 2011. - 19 с.
16. Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей ВУЗов. Под ред. Чертова А. Г.- М.: Вища школа, 1983.
17. Берклеевский курс физики. - М.: Наука, 1975 - 1977, тт. 1-5.
18. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс. Фейнмановские лекции по физике. - М.: Мир, 1977.
19. Астахов А. В., Широков Ю. М. Курс физики. - М.: Наука, 1977-1981, тт. 1-3.
20. Матвеев А. И. Механіка і теорія відносності. - М.: Вища школа, 1976, 1986; Молекулярная физика. -1981, 1988; Електрика і магнетизм. - 1983; Оптика. - 1985; Атомна фізика. - 1990.
21. Ландсберг Г. С. Оптика. -М.: Наука, 1976.

22. Шпольский З.В. Атомная физика,- М: Наука, 1974, тт 1-2.
23. Широкоє Ю. М, Юдин И. П. Ядерная физика. - М.: Наука, 1980;
24. Епифанов Г. И. Физика твердого тела. - М. : Вища школа, 1977.
25. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978.
26. Савельев И. В. Курс общей физики, тт. 1-3. -М. : Наука, 1982.
27. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики.
28. Беликов Б. С. Решение задач по физике. - М.: Вища школа, 1986.

### **Електронні прилади**

Фізичні процеси в двохелектродній лампі.

Анодні характеристики та основні параметри діодів.

Застосування вакуумних діодів.

Фізичні основи роботи електровакуумних приладів, електронна емісія.

Основні різновиди електронних розрядів в газах, ВАХ газового розряду.

Електровакуумний діод, його вольт-амперна характеристика, параметри, сфера застосування.

Робота виходу електронів, види емісії електронів та катоди електронних ламп.

Електровакуумний тріод, його будова, роль керуючої сітки, статичні характеристики і параметри, застосування.

Поняття про багатоелектродні електровакуумні прилади. Маркування електронних ламп.

Принцип підсилення електричного сигналу тріодом, застосування вакуумних тріодів.

Багатоелектродні лампи (тетрод, пентод), їх основні характеристики та застосування.

Основні види газорозрядних приладів; неонові лампи, тиратрон, стабілітрон тощо.

Елементи кристалографії.

Гратки Браве. Складні комірки. Гратки з базисом.

Елементарна комірка алмазу. Індокси вузлів. Напрямки та площини в кристалах (індекси Міллера).

Термодинамічний опис мікрочасток (колективу). Статистичний спосіб опису колективу мікрочасток.

Невироджені та вироджені колективи мікрочасток.

Повна статистична функція розподілу мікрочасток. Число станів для мікрочасток

Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції.

Фазовий простір та його квантування.

Густина енергетичних станів у фазовому просторі.

Критерії невиродженості ідеального газу.

Функція розподілу для виродженого газу ферміонів.

Статистика Фермі-Дірака. Вплив температури на розподіл Фермі-Дірака.

Рівень Фермі і його залежність від концентрації домішок в напівпровідниках і температури.

Побудови енергетичних рівнів власних і домішкових напівпровідників.

Дифузійний і дрейфовий струми.

Іонна теорія твердих тіл. Узагальнення електронів у кристали.

Діаграми енергетичних зон в  $k$ -просторі. Дискретні криві або  $E$ - $K$  діаграми.

Ефективна маса електрона.

Термодинамічний опис колективу мікрочасток, статистика Бозе-Ньютона.

Власні напівпровідники. Статистика носіїв струму у власних напівпровідниках.

Напівпровідник  $n$ -типу. Статистика вільних носіїв струму у напівпровіднику « $n$ »-типу.

Вироджені напівпровідники.

Напівпровідники, які одночасно мають донорні та акцепторні домішки.

Закон діючих мас. Ефект сильного електричного поля.

Термоелектронна іонізація Френеля. Ударна іонізація.

Нерівноважні носії струму. Час життя нерівноважних носіїв струму.

Робота виходу електронів з металу. Робота виходу електронів з напівпровідників.

Фізика контакту двох металів.

Фізика контакту металу з напівпровідником.

Омічний контакт.

Вплив зовнішнього кола на висоту потенціального бар'єра і товщину.

Області об'ємного заряду.

Випрямлення на контакті метал-напівпровідник.

Електронно-дірковий ( $p$ - $n$ ) перехід в стані рівноваги.

Способи отримання переходів.

Енергетична і потенціальна діаграми, висота потенціального бар'єра, рух носіїв, розподіл зарядів і напруженості електричного поля в збідненому шарі, ширина переходу.

Плавний  $p$ - $n$  перехід. Залежність товщини  $p$ - $n$  переходу від зовнішньої різниці потенціалів.

Пряме і зворотне включення  $p$ - $n$  переходу.

Інжекція і екстракція неосновних носіїв, прямий і зворотний струми.

Вольт-амперна характеристика ідеалізованого електронно-діркового переходу, вплив на неї температури, концентрації домішок, генерації і рекомбінації носіїв в області переходу.

Вольт-амперна характеристика реального електронно-діркового переходу.

Випрямлення на  $p$ - $n$  переході. Вплив опорів областей при прямому включенні.

Пробій переходу. Тепловий, лавинний і тунельний пробій при зворотному включенні, вплив концентрації домішок.

Випрямні та детекторні діоди: призначення, будова, основні параметри, вплив температури.

Стабілітрони, вольт-амперні характеристики, параметри, призначення.

Електростатична іонізація (ефект Зінера, тунельний ефект).

Ефект Ганна. Діоди Ганна: фізичні аспекти, особливості будови, використання.

Імпульсні діоди: призначення, параметри.

Бар'єрна ємність р-п переходу. Варикапи, варактори, параметричні діоди: призначення, основні параметри.

Контакт метал-напівпровідник при різних співвідношеннях робіт виходу, контакт з бар'єром Шоткі.

Контакт напівпровідників з різною шириною забороненої зони (гетеропереходи).

Енергетичні діаграми контакту метал-напівпровідник в стані рівноваги. Вольт-амперні характеристики переходів з бар'єром Шоткі та гетеропереходів.

Діоди з бар'єром Шоткі, параметри, порівняння зі звичайними діодами, застосування.

Тунельні діоди, особливості функціонування, вольт-амперна характеристика, параметри, застосування.

Діоди зі структурою р-і-n типу, принцип роботи, параметри, застосування.

Будова і принцип дії транзистора, призначення і способи виготовлення.

Робота транзистора в активному режимі.

Інжекція неосновних носіїв в емітерний перехід, рух носіїв у базовій області, екстракція неосновних носіїв у колекторному переході.

Коефіцієнти інжекції і передачі струму емітера. Зв'язок між струмами електродів.

Розподіл концентрації неосновних носіїв в базі транзистора при різних включеннях переходів.

Еквівалентні схеми і параметри біполярних транзисторів. Визначення h-параметрів за статичними характеристиками.

Фізичні параметри: коефіцієнти передачі струмів емітера і бази; диференціальні опори, бар'єрна і дифузійна ємності емітерного і колекторного переходів; об'ємні опори областей транзистора.

Модель Еберса-Молла. Малосигнальні еквівалентні схеми: Т-подібна і П-подібна еквівалентні схеми.

Транзистор як лінійний чотирьополісник, системи його диференціальних параметрів і відповідні еквівалентні схеми. Зв'язок h-параметрів з фізичними параметрами.

Схеми включення: із загальною базою, загальним емітером і загальним колектором; режими роботи: активний, відсічки, насичення, інверсний.

Статичні характеристики біполярних транзисторів в схемах із загальною базою та із загальним емітером (вхідні, вихідні, прямої передачі, зворотного зв'язку).

Частотні властивості біполярних транзисторів. Граничні частоти. Граничні частоти коефіцієнтів передачі по струму та потужності. Методи поліпшення частотних властивостей.

Дрейфові транзистори. Особливості будови високочастотних та надвисокочастотних транзисторів.

Ключовий режим роботи біполярних транзисторів. Імпульсні транзистори.

Гранично-допустимі експлуатаційні параметри біполярних транзисторів. Теплові та електричні параметри.

Тиристоры, будова, класифікація. Діодний тиристор, принцип роботи, вольт-амперна характеристика, статичні та імпульсні параметри. Тріодний тиристор,



сімейство вольт-амперних характеристик, статичні і імпульсні параметри. Застосування тиристорів.

Будова і принцип дії польових транзисторів. Класифікація польових транзисторів, технологічні і конструктивні особливості.

Області застосування польових транзисторів.

Польові транзистори з керуючим р-n-переходом. Основні параметри польових транзисторів з керуванням р-n-переходом. Статичні характеристики польових транзисторів з керуванням р-n-переходом.

Властивості МДН-структури. МДН-транзистор з вбудованим каналом.

Статичні характеристики МДН-транзистора з вбудованим каналом.

МДН-транзистор з індукованим каналом.

Статичні характеристики МДН-транзистора з індукованим каналом.

Параметри МДН-транзисторів.

Схеми включення з загальним витоком, загальним затвором і загальним стоком.

Режими збіднення та збагачення МДН-транзисторів.

Внутрішній фотоефект. Власна і домішкова фотопровідність напівпровідників.

Конструкція фоторезистора. Фотоелектричні явища у р-n переході.

Параметри та характеристики фоторезистора.

Параметри та характеристики фотодіода. Режими фотодектування: фотогальванічний та фотодіодний.

Фотоелектронні помножувачі (ФЕП). Одно та багатокаскадні ФЕПи: будова та схеми включення, принцип дії, основні параметри.

Фотопровідність напівпровідників. Фоторезистор, фотодіод, фототранзистор, фототиристор: будова, принцип роботи, характеристики, параметри, застосування.

Будова, принцип застосування, параметри та характеристики світлодіода.

Напівпровідникові лазери. Принцип дії, параметри і характеристики. Переваги напівпровідникових лазерів.

Оптрони: будова, принцип роботи, параметри, характеристики, різновиди і застосування.

Волоконні оптичні лінії зв'язку, принцип роботи, параметри, характеристики, різновиди і застосування.

Індикатори: рідкокристалічні, напівпровідникові і газорозрядні. Принцип роботи та характеристики.

#### Рекомендована література

1. Батушев В.А. Электронные приборы.- М.: Высш.шк., 1980.
2. Булычев А.А., Лямин П.М., Тулинов Е.С. Электронные приборы. – М.:2000, 416 с.
3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника : учеб. пособие для вузов. – М.: Техносфера, 2005. – 407 с.
4. Гусев В.Г., Гусев Ю.М.. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов. –М.: Высшая школа, 2004. – 788 с.

5. Епифанов Г.И., Мома Ю.А. Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВА. – М. Сов. Радио, 1979. - 352с.
6. Епифанов Г.М. Физические основы микроэлектроники.- М.: Сов.радио, 1968.
7. Епифанов Г.М., Мома Ю.А. Твердотельная электроника.-М.: Высш.шк., 1986.
8. Методичний посібник “Електронні прилади та мікроелектроніка. Методичні вказівки до виконання контрольних завдань. Частина 1, укладач Видалко Є.М.- К.: НТУУ ”КПІ”, 2009. – 21 с.
9. Методичний посібник “Електронні прилади та мікроелектроніка. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Частина 1, укладач Видалко Є.М.- К.: НТУУ ”КПІ”, 2008. – 48 с.
10. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы : учеб. для вузов. – СПб.: Лань, 2001. – 479 с.
11. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника. – М.: Высшая шк., 1991. – 351с.
12. Терехов В.А.. Задачник по электронным приборам. Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2003. – 278 с.
13. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Радио и связь, 1990.-263с.
14. Штернов А.А. Физические основы конструирования, технологии РЭА и микроэлектроники. - М.: Радио и связь, 1981.
15. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы .- М.: Высш. шк., 1987. - 479с.
16. Радіотехніка : Енциклопедичний навчальний довідник : Навч. посібник./ За ред. Ю.Л. Мазора, Є.А. Мачуського, В.І. Правди. – К.: Вища шк., 1999. – 838с.
17. Бурбаева Н.В., Днепровская Т.С. Сборник задач по полупроводниковой электронике.- М.: Физматлит, 2006. – 168 с.
18. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. – М.: Высшая школа, 2000. – 400 с.

### **Електронна компонентна база**

Класифікація резисторів постійного опору. Ряди номінальних значень резисторів.

Потужність резисторів, визначення миттєвої та середньої потужності, електрична міцність резисторів, максимальна робоча температура, температурна стабільність.

Еквівалентна схема резисторів. Максимальна робоча частота резисторів.

Конструкції резисторів, резистори для друкованих плат. Дротяні резистори та їх основні характеристики.

Нелінійні резистори - терморезистори, варистори, фоторезистори та магніто резистори.

Класифікація конденсаторів. Основні терміни та визначення в конденсаторах. Параметри конденсаторів, ряди номінальних значень конденсаторів, напруги конденсаторів, стабільність, добротність, активна та реактивна потужність конденсаторів.

Типи конденсаторів та їх позначення. Класифікація конденсаторів змінної ємності. Блоки конденсаторів змінної ємності. Закони зміни ємності від кута повороту ротора.

Варикапи та їх основні характеристики, схеми вмикання конденсаторів. Підстроювальні конденсатори.

Індуктивність. Основні поняття. Класифікація котушок індуктивності.

Магнітне поле струму. Закон повного струму та закон Біо-Савара-Лапласа.

Індуктивність одиночних провідників різного перерізу. Поверхневий ефект в провідниках.

Залежність індуктивності від частоти та конфігурації провідника. Основні параметри котушок.

Формула Ногаока. Циліндричні котушки індуктивності.

Методи розрахунку кількості витків. Типи намотки, оптимальний діаметр дроту.

Котушки індуктивності з магнітним зв'язком. Коефіцієнт зв'язку між котушками. Еквівалентні схеми та моделі індуктивностей.

Конструкції магнітних та немагнітних осердь. Основні параметри осердь – діюча магнітна проникність, коефіцієнт використання магнітних властивостей, максимальна частота осердь. Розрахунок втрат в осердях.

Геометрична та високочастотна складова температурного коефіцієнта індуктивності. Вплив власної ємності.

Конструкції та технології виготовлення стабільних котушок індуктивності з магнітними та немагнітними осердями, зазор в осердях.

Дроселі високої частоти. Варіометри. Конструкції екранів. Розрахунок впливу екранів на параметри котушок.

Конструкції магнітопроводів, основні розрахункові параметри магнітопроводів. Матеріали в трансформаторобудуванні.

Еквівалентна схема трансформаторів. Рівняння трансформаторної електрорушійної сили за умови гармонічної та імпульсної напруги. Приведена еквівалентна схема трансформаторів.

Трансформатори промислової та бортової мережі. Трансформатори імпульсних блоків живлення.

Методика розрахунку розмірів магнітопроводу, кількості витків та діаметра дроту. Розрахунок розміщення обмоток. Розрахунок дроселів низької частоти.

Класифікація сигнальних трансформаторів. Трансформатори класу А та класу Б.

Розрахунок коефіцієнта трансформації. Частотні та нелінійні спотворення. Амплітудно-частотні, фазо-частотні характеристики трансформаторів та характеристика групового часу затримки.

Постійна часу магнітопроводів. Розрахунок сигнальних трансформаторів.

Проходження прямокутних імпульсів через ідеальний імпульсний трансформатор. Явище гістерезису і вихрового струму.

Розрахунок коефіцієнта сколювання імпульсів. Динамічна ємність. Формування фронту і зрізу імпульсів в імпульсному трансформаторі. Розрахунок імпульсних трансформаторів.

Класифікація коливальних контурів та фільтрів. Фільтри частотної селекції, гребінчасті та оптимальні фільтри. Частотні, фазо-частотні характеристики та характеристики групового часу затримки.

Параметри коливальних контурів. Застосування коливальних контурів.

Основні параметри коливального контуру. Амплітудно-частотні, фазо-частотні характеристики та характеристика групового часу затримки. Добротність та селективність.

Діапазонні коливальні контури, особливості побудови, коефіцієнт перекриття по діапазону, температурний коефіцієнт частоти, термокомпенсація частоти коливальних контурів.

Кварцові резонатори, побудова та конструкції. Застосування кварцових резонаторів. Еквівалентна схема. Резонансна частота паралельного та послідовного резонансу. Температурний коефіцієнт частоти резонаторів.

Фільтри частотної і часової залежності. Класифікація фільтрів. LC - фільтри. Поліноми фільтрів Баттерворта, Чебишева, Бесселя, Томсона...

Приведені частотні характеристика фільтрів нижніх частот. Кварцові та п'єзоелектричні фільтри. Фільтри на поверхневих акустичних хвилях.

Особливості застосування, частотна та фазо-частотна характеристика оптимальних фільтрів. Методи формування та моделювання частотних характеристик. Оптимальні фільтри для одиночних відео та радіоімпульсів. Побудова фільтрів для сигналів Баркера і M - послідовностей.

Класифікація ліній затримки. Лінії на фільтрах нижніх частот, на поверхневих акустичних хвилях, конденсаторні лінії затримки. Основні параметри ліній затримки.

Теорема затримки, ідеальна лінія затримки. Зв'язок фазо-частотної характеристики лінії та групового часу затримки.

Лінії на фільтрах типу K і M. Груповий час затримки. Розрахунок елементів лінії. Термостабільність лінії.

Класифікація напівпровідникових компонентів. Основні параметри. Особливості застосування. Області безпечної роботи. Статичні і динамічні характеристики по постійному і змінному струму.

Робота напівпровідникових елементів на комплексне навантаження. Параметри малого і великого сигналів.

Класифікація діодів. Експлуатаційні та електричні параметри діодів. Математична модель діода. Параметри моделей. Основні системи рівнянь різного класу діодів. Застосування випрямляючих та високочастотних діодів. Імпульсні параметри діодів. Моделювання діодів.

Класифікація біполярних транзисторів. Еквівалентна схема біполярного транзистора. Статичні і динамічні характеристики. Частотні характеристики. Транзистор в режимі малого сигналу. Шумові характеристики біполярних

транзисторів. Нелінійні спотворення. Біполярний транзистор в режимі імпульсних сигналів.

Класифікація польових транзисторів. Моделі польових транзисторів. Вольт-амперні характеристики. Частотні характеристики польових транзисторів. Шумові характеристики транзисторів. Імпульсні характеристики. Біполярний статично-індукований транзистор.

Еквівалентна схема тиристора і семистора. Вольт-амперні характеристики. Перехідні процеси в семисторах та тиристорах. Застосування семисторів та тиристорів в електронних апаратах великої енергетики.

Моделі цифрових компонентів. Максимальна частота та швидкодія. Мікросхеми комбінаційного типу. Передавальні характеристики. Мікросхеми типу ТТЛ та КМОН.

Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції, опрацювання літературних джерел - розділи експлуатації та застосування біполярних транзисторів.

Елементи І на основі комплементарних транзисторів. Елементи І-НЕ на основі мікросхем ТТЛ. Елементи 2І-НЕ і 2АБО-НЕ на основі емітерно-зв'язаної логіки. Передавальні характеристики. Побудова пристроїв на логічних компонентах - суматорів, помножувачів тощо. Формувачі імпульсів на фронті та зрізі.

Класифікація тригерів. Утворення тригерів на основі логічних елементів. Застосування О- тригерів, Т-тригерів, Ж-тригерів з потенціальним та імпульсним керуванням.

Завдання на самостійну роботу: повторити матеріал лекції, опрацювання літературних джерел - розділи експлуатації та застосування мікросхем.

Регістри. Структура. Лічильники. Застосування регістрів для формування М - послідовності. Кореляційна функція М - послідовності. Аналогово-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Побудова. Швидкодія. Розряди.

Основні терміни в макро теорії контактів. Модель контактів. Основні параметри контактних пар: опір стягування, температура контактів, матеріали контактів. Перемикачі та роз'єми.

Еквівалентна схема контактних пар. Максимальний струм через контакт, частотні характеристики контактів, Конструкція роз'ємів, високочастотні з'єднувачі, герметичні контакти. Вплив електричних з'єднань на параметри конструкцій електронних вузлів. Плівки на поверхні контактів. Комутація кіл постійного струму з індуктивними елементами. Умови виникнення дуги в контактах. Іскрогасячі контури.

#### Рекомендована література

1. Зіньковський Ю. Ф., Коваль А.В. Моделювання елементної бази електронних апаратів у комп'ютерному середовищі Micro-Cap. – Київ: Національний технічний університет України «КПІ», 2010.– 460 с.
2. Радиодетали, радиокомпоненты и их расчет / под ред. Ковалева А.В., Возненко В.И., Коваль А.В. и др. М.: Советское радио 1978.– 368 с.

3. Волгов В.А. Детали и узлы радиоэлектронной аппаратуры. – М.; Энергия, 1977.-650 с.
4. Матвійків М.Д., Когут В.М., Матвійків О.М. Елементна база електронних апаратів: Підручник – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 420 с.
5. Фролов А. Д. Радиодетали и узлы. Учебное пособие для спец. Вузов «Конструирование и производство радиоаппаратуры». М.; «Высшая школа», 1975.– 380 с.
7. МЭК Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению/ Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Додэка– XX1», 2008. – 272 с.: ил
8. Калантаров П.Л., Цейтлин Л.А. Расчет индуктивностей, справочная книга.– 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд.– ние, 1986.– 488 с. ил.

### **Комп'ютерне моделювання електронних схем, конструкцій та технологій РЕА**

Етапи моделювання радіоелектронних апаратів. Постановка задачі. Математична модель РЕА.

Алгоритмізація задачі. Оцінка обчислювальних похибок.

Приклади задач моделювання РЕА у вигляді нелінійних рівнянь. Етапи пошуку коренів рівняння. Методи виділення коренів рівняння. Уточнення коренів рівняння за методами дихотомії, січних.

Алгоритм пошуку коренів за методом дотичних. Збіжність та оцінка швидкості збіжності ітераційного процесу. Пошук комплексних коренів.

Визначення коефіцієнтів впливу параметрів компонентів на характеристики РЕА. Постановка задачі визначення коефіцієнтів впливу параметрів компонентів на характеристики РЕА. Аналітичне визначення коефіцієнтів впливу параметрів компонентів на характеристики РЕА.

Класичний метод кінцевих прирощень. Регуляризація кроку диференціювання.

Модифікованим метод кінцевих прирощень. Сутність та алгоритм модифікованого методу кінцевих прирощень. Приклад використання.

Чутливості характеристик РЕА та сумарні алгебраїчні доповнення елементів матриці моделі

Зв'язок між процесом диференціювання характеристик РЕА та сумарними алгебраїчними доповненнями елементів матриці моделі. Безпосередній розрахунок значень САД. Проблеми розрахунку.

Розрахунок значень САД за метод прямого перебору індексів. Алгоритм розрахунку значень САД за метод прямого перебору індексів. Приклади використання.

Розрахунок значень САД за методом перетворення індексів. Алгоритм розрахунку значень САД за методом перетворення індексів. Приклади використання.

Розрахунок значень САД за методом Якобі. Сутність методу Якобі. Алгоритм розрахунку значень САД за методом Якобі. Приклади використання.

Постановка задачі оцінки якості проектних рішень. Постановка задачі оцінки якості проектних рішень. Найпростіші методи (прямокутників та трапецій) оцінки якості проектних рішень. Визначення оптимального кроку інтегрування. Приклади використання.

Зменшення похибки оцінки якості проектних рішень. Метод Симпсона для оцінки якості проектних рішень. Приклади використання. Складові похибки чисельного інтегрування.

Загальні питання матричного моделювання РЕА. Приклади матричного моделювання вузлів РЕА. Алгоритм розрахунку систем лінійних алгебраїчних рівнянь за методом Гауса. Приклади.

Розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь за методом Жордана. Приклади використання.

Аналіз моделей методом LU-факторизації. Особливості розв'язування кількох систем рівнянь з незмінною матрицею коефіцієнтів. Алгоритм методу LU-факторизації. Приклади використання.

Обчислення обернених матриць. Використання алгебраїчних доповнень елементів матриці моделі РЕА

Зв'язок схемних функцій та алгебраїчних доповнень елементів матриці моделі РЕА. Методи обчислення мінорів та алгебраїчних доповнень.

Аналіз моделі РЕА у вигляді систем нелінійних рівнянь. Приклади використання систем нелінійних рівнянь для моделювання РЕА. Алгоритм моделювання РЕА за методом Ньютона. Приклад використання.

Способи прискорення нелінійного моделювання РЕА. Постановка задачі оптимізації параметрів і характеристик РЕА.

Основні визначення. Цільова функція. Види обмежень на параметри оптимізації.

Методи сканування та імовірного пошуку. Метод сканування (релаксації). Модифікований метод сканування. Методи класичного та модифікованого імовірного пошуку. Переваги та недоліки.

Метод пробних кроків Хука-Дживса. Алгоритм пошуку екстремуму функції за методом Хука-Дживса. Приклад.

Симплексний метод Нелдера-Міда. Алгоритм пошуку екстремуму функції за симплексним методом Нелдера-Міда. Приклад.

Особливості направлено пошуку. Причини використання направлено пошуку. Основні кроки пошуку екстремуму багатовимірний функції.

Етапи одновимірний пошуку. Рівномірний та змінний крок пошуку інтервалу невизначеності.

Скорочення інтервалу невизначеності за методом дихотомії.

Методи Фібоначі та золотого перетину. Пошук та скорочення інтервалу невизначеності за методом Фібоначі. Приклади.

Пошук та скорочення інтервалу невизначеності за методом золотого перетину. Приклади

Метод координатного пошуку. Алгоритм пошуку екстремуму функції за методом координатного спуску. Приклад.

Метод найшвидшого спуску та Ньютона. Пошук екстремуму функції за методом найшвидшого спуску.

Пошук екстремуму функції за методом Ньютона. Особливості методів. Приклади використання

Особливості пошуку умовного екстремуму функції. Пошук умовного екстремуму функції за методом проекції градієнта та з поверненням.

Методи штрафних та бар'єрних функцій.

#### Рекомендована література

1. Андриевский Б. Р., Фрадков А. Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами в системе MATLAB. – СПб.: Наука, 1999. – 467 с.
2. Ануфриев И. Е., Смирнов А. Б., Смирнова Е. Н. MATLAB 7 в подлиннике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
3. Бенькович Е. С. Практическое моделирование динамических систем / Е. С. Бенькович, Ю. Б. Колесов, Ю. Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.
4. Бронштейн И. Н., Семендяев К. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. 13 изд., испр. — М.: Наука, 1986. – 544 с.
5. Герман-Галкин С. Г. Спектральный анализ процессов силовых полупроводниковых преобразователей в пакете MATLAB (R 13) // Научно-практический журнал "Exponenta Pro. Математика в приложениях", – № 2, 2003. С. 80-82.
6. Дьяконов В. П. Simulink 4: Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002. – 528 с.
7. Кетков Ю., Кетков А., Шульц М. MATLAB 7 – программирование, численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 737 с.
8. Медведев В. С., Потемкин В. Г. Control System Toolbox. MATLAB 5 для студентов / Под общ. ред. Потемкина В. Г. – М.: Диалог-МИФИ, 1999. – 287 с.
9. Поршнева С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. – М.: Телеком, 2003. – 592 с.
10. Потемкин В. Г. Вычисления в среде MATLAB. – М.: Диалог-МИФИ, 2004. – 720 с.
11. Чен К., Джиблин П., Ирвинг А. MATLAB в математических исследованиях. – М.: Мир, 2001. – 346 с.
12. Черных И. В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем / И. В. Черных. – М.: Диалог-МИФИ, 2003. – 496 с.
13. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – СПб.: Питер, 2007 – 288 с.

#### **Матеріалознавство радіоелектронної апаратури**

Компоненти: основний, легуючий, домішки, забруднення. Ступені чистоти.

Термодинамічні системи. Класифікація.

Закони термодинаміки.



Постулат Клаузіуса. Вільна енергія термодинамічної системи. Виявлення напрямку процесу.

Елементарна кристалічна чарунка.

Гратки Браве.

Координаційне число. Щільність спакування. Варіанти спакування.

Дефекти кристалічної будови.

Дислокації. Вектор Бюргерса. Ковзання та переповзання дислокацій. Анігіляція дислокацій.

Поверхневі дефекти.

Анізотропія, квазіізотропія, текстура. Використання структури.

Ступінь переохолодження.

Критичний розмір та критичний радіус зародка кристалізації.

Зростання зародка.

Фази складних речовин.

Тверді розчини, сполуки, гетерогенні стани.

Правило Гіббса. Варіантність термодинамічної системи.

Фазова діаграма. Побудова діаграм.

Метод геометричної термодинаміки.

Принципи Курнакова.

Експериментальні методи побудови діаграм (термічний, дилатометричний, магнітний та інші методи аналізу).

Рівнянні Вульфа-Бреггів.

Бреггівська дифракція.

Метод Лауе. Метод Дебая.

Фазова діаграма 1-го роду.

Конода. Евтектика.

Фазові діаграми для твердих розчинів.

Гомогенізація. Розрив розчинності.

Евтектичні та перитектичні реакції.

Нерівноважні стани.

Загартування та старіння.

Обробка та застосування дисперсійно-твердіючих сплавів.

Фазові діаграми з алотропією компоненту.

Евтектоїдне перетворення.

Фазові діаграми для сполук.

Багатокомпонентні системи. Концентраційний трикутник. Концентраційний тетраедр.

Використання фазових діаграм.

Зв'язок фазових діаграм та властивостей матеріалів. Адитивні та нелінійні залежності.

Діалектика міцності та пластичності. Рідиноплинність.

Сплави, що деформують та сплави для лиття.

Зонне рафінування. Утворення та утримання зони. Механізм зонного рафінування.

Припої та паяння з'єднань.

Перетворення у залізі високого ступеню чистоти. Гістерезис перетворень.  
 Фазові переходи I-го та II-го роду.  
 Тверді розчини модифікацій.  
 Фазова діаграма залізо-вуглець.  
 Перитектична, евтектична та евтектоїдна області.  
 Розподіл залізовуглецевих сплавів.  
 Вплив вуглецю на властивості сталі.  
 Вплив супутніх домішок та забруднень. Вплив легуючих компонентів.  
 Аустенітні та феритні сталі.  
 Система означень марок сталі.  
 Перетворення під час нагрівання.  
 Зростання зерна. Відманштеттова структура.  
 Побудова діаграми ТТТ.  
 Дифузійна, бездифузійна та проміжна області діаграми ТТТ.  
 Властивості нерівноважних структур. Мартенситне перетворення.  
 Критичні значення швидкостей охолодження.  
 Розпад мартенситу.  
 Різновиди термічної обробки сталі.  
 Середовища нагрівання та охолодження.  
 Внутрішні напруги, їх вплив та визначення.  
 Загартованість та прогартовуваність сталі.  
 Відпущення сталі.  
 Обробка холодом.  
 Термомеханічна обробка.  
 Загальний погляд на термічну обробку конструкційних матеріалів.  
 Класифікація термообробки за Бочваром.  
 Класифікація механічних властивостей.  
 Механічні властивості, що визначаються статичними, динамічними та подовженими іспитами.  
 Пружна та пластична деформації.  
 Закон Шміда.  
 Дислокаційний механізм пластичної деформації. Джерело Франка-Ріда.  
 Ефект Баушингера. Вуса.  
 Вороття та рекристалізація.  
 Гаряча та холодна пластичні деформації.  
 Деформаційне зміцнення.  
 Діаграма Бочвара. Шляхи підвищення міцності.  
 Застосування пластичної деформації у виробництві. Екструзія.  
 Макроскопічні рівняння Максвелла.  
 Комплексні параметри радіоматеріалів.  
 Класифікація радіоматеріалів за магнітними властивостям.  
 Класифікація радіоматеріалів за провідністю.  
 Класифікація радіоматеріалів за реакцією на зміну параметрів електромагнітного впливу.  
 Мікроскопічні параметри поляризації.

Пружні і теплові види поляризації.  
 Електронна пружна поляризація.  
 Іонна пружна поляризація.  
 Дипольна пружна поляризація.  
 Електронна теплова поляризація.  
 Іонна теплова поляризація.  
 Дипольна теплова поляризація.  
 П'єзоелектрики  
 Піроелектрики.  
 Сегнетоелектрики.  
 Основна крива поляризації.  
 Гістерезисні явища.  
 Властивості сегнетоелектричної кераміки.  
 Застосування сегнетоелектриків в електроніці.  
 Поверхнева та об'ємна електропровідність.  
 Вплив вологості на електропровідність.  
 Класифікація видів пробою.  
 Електронний пробій.  
 Електротепловий пробій.  
 Електрохімічний пробій.  
 Властивості високочастотних діелектриків.  
 Властивості низькочастотних діелектриків.  
 Основні механічні, теплові та хімічні параметри кількох найважливіших високо- та низькочастотних діелектриків.  
 Геометрія доменної структури.  
 Магнітна анізотропія і магнітострикція.  
 Крива намагнічування.  
 Втрати при намагнічуванні.  
 Температурні та частотні властивості магнітної проникності.  
 Переваги та недоліки властивостей феритів.

#### Рекомендована література

1. Арзамасов Б.Н. и др. Материаловедение. -М.: Машиностроение, 1986.
2. Арзамасов В.Б. Материаловедение и технология конструкционных материалов. – М.: Академия, 2009. – 350с.
3. Ахмадьярова Д.И. Покровская М.В. Салехджанова Р.М.-Ф. Материаловедение и материалы электронных средств. М.:МИРЭА.-2006
4. Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. -М: Мир, 1981.
5. Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение. – М.: Академия, 2008. – 400с.
6. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. - М.: Машиностроение, 1990.
7. Мозберг Р.К. Материаловедение. - М.: Высшая школа, 1986.
8. Моряков О.С. Материаловедение. – М.: Академия, 2008. – 240с.

9. Пасынков В.В. Материалы электронной техники, - М.: Высшая школа, 1995.
10. Поплавко Ю.М. Физика диэлектриков, - К.: Вища школа, 1980.
11. Преображенский А.А., Бишард Е.Г. Магнитные материалы и элементы. - М.: Высшая школа, 1986.
12. Солнцев Ю.П., Жавнер В.Л., Воложаникова С.А., Торлач Р.В. Оборудование пищевых производств. Материаловедение. – Санкт-Петербург, 2003, 510 с.
13. Электротехнические материалы. Справочник /Под ред Корицкого Ю.В. и др./,- М: Энергоатомиздат. - т. 1, т.2, - 1987.

### **Радіоелектроніка та моделювання радіоелектронних кіл**

Структура основних радіотехнічних систем та основні процеси перетворення сигналів у них. Класифікація сигналів в радіотехніці. Електромагнітні кола (ЕМК) як складові радіосистем. Основні поняття теорії сигналів.

Електромагнітні кола і їх схеми заміщення. Компоненти кола і схемні елементи. Елементні рівняння. Класифікація ЕМК за фізичними властивостями: лінійні - нелінійні, інерційні - безінерційні, зосереджені - розподілені, стаціонарні - параметричні.

Лінійні безінерційні кола в режимі сталого струму. Схеми заміщення і рівняння лінійних безінерційних кіл. Закони Кірхгофа. Закони неперервності. Принцип дуальності. Методи складання і розв'язання рівнянь лінійних кіл.

Методи контурних струмів і вузлових напруг.

Еквівалентні перетворення електричних схем. Поняття еквівалентності електричних схем. Види еквівалентних перетворень. Теорема про еквівалентний генератор. Теорема про накладання дії джерел.

Схеми заміщення і рівняння лінійних інерційних кіл та їх розв'язання у часовій області. Граничні умови.

Вільні, примушені, перехідні процеси в лінійних колах. Аналіз процесів в ЯС-, ЯЬ-, ЯСЬ-колах. Стала часу і її визначення.

Кола з взаємними індуктивностями. Схеми заміщення і рівняння кіл з взаємними індуктивностями. Варіометр. Трансформатор і його схеми заміщення.

Параметри гармонічних коливань. Зображення гармонічних коливань векторами і комплексними амплітудами. Комплексні опори і провідності. Векторні діаграми.

Розрахункові співвідношення в лінійних ЕМК в режимі гармонічних коливань. Основи символічного методу.

Активна, реактивна, повна потужності. Комплексна потужність і її фізичний зміст. Узгодження навантаження з джерелом енергії.

Поняття схемної функції і її фізичний зміст. Види схемних функцій і методи їх визначення.

Основні рівняння чотиріполюсних кіл. Параметри чотиріполюсників. Еквівалентні схеми пасивних чотиріполюсників.

Поняття частотних характеристик: інерційних кіл амплітудно-частотної і фазочастотної. Методика розрахунків частотних характеристик. Частотні характеристики елементарних кіл.

Поняття електричного фільтра. Граничні частоти. Смуги пропускання і затримування. Класифікація електричних фільтрів.

Послідовний резонансний контур. Резонанс напруг. Енергетичні співвідношення. Добротність контуру. Вхідні та передавальні частотні характеристики послідовного контуру.

Паралельний резонансний контур. Резонанс струмів. Вхідні та передавальні частотні характеристики паралельного контуру.

Фільтрувальні кола з резонансними контурами. Вплив параметрів генератора та навантаження на вибіркові властивості контуру. Складні схеми коливальних контурів.

Зв'язані резонансні кола. Види і параметри зв'язаних резонансних контурів. Частотні характеристики і методи настроювання зв'язаних резонансних контурів.

Фізичні властивості кіл з розподіленими параметрами. Диференціальні рівняння напруг і струмів у довгій лінії. Розв'язок телеграфних рівнянь для лінії без втрат.

Режими роботи довгої лінії. Режим біжучих хвиль. Умови виникнення стоячих хвиль та енергетичні співвідношення у режимі стоячих хвиль. Режим змішаних хвиль.

Узгоджувальні пристрої на довгих лініях. Умови узгодження в довгій лінії. Чвертьхвильовий трансформатор. Шлейфове узгодження лінії та навантаження.

Періодичні колювання, одиничний стрибок та б-імпульс як моделі сигналів. Часові, енергетичні та кореляційні параметри колювань. Властивості ортогональних базисних функцій.

Ряд Фур'є у тригонометричній та комплексній формі. Основні властивості спектра періодичного колювання. Потужність і дієве значення періодичного струму складної форми.

Неперіодичне колювання як крайній випадок періодичного. Перетворення спеюра під час збільшення періоду. Пара перетворень Фур'є. Основні властивості спектральних функцій. Енергетичний спектр.

Зв'язок тривалості імпульсу із зайнятою смугою частот. Технічна ширина спектру імпульсних колювань.

Інформаційні сигнали та їх спектри. Модуляція як засіб частотного ущільнення каналів передавання інформації. Параметри носійного колювання і способи його зміни.

Колювання з амплітудною модуляцією (АМ). Бічні частоти та смуги частот. Ширина спектру АМ. Формування сигналу з одною бічною смугою.

Спектри при частотній (ЧМ) та фазовій модуляції (ФМ).

Спектр амплітудно-модульованої послідовності імпульсів. Спектри маніпульованих синусоїдальних колювань.

Колювання з обмеженим спектром. Теорема Котельникова. Спектр дискретизованого колювання.

Випадкові процеси як модель шумів у радіоелектронних пристроях. Закони розподілу ймовірностей миттєвих значень, часові, кореляційні та спектральні характеристики випадкових процесів.

Шумові моделі радіоелектронних елементів. Параметри пристроїв, що шумлять.

Характеристики та параметри нелінійних елементів (НЕ) Двополюсні НЕ та багатопольосні НЕ. Статичний та динамічний опір. Вольт-амперна характеристика діода. Сім'я характеристик біполярних та польових транзисторів.

Режим малого та великого сигналу. Кусково-лінійна апроксимація. Поліноміальна апроксимація.

Аналіз транзисторних схем у режимі постійних струмів. Інженерний синтез радіоелектронних кіл у режимі постійних струмів.

Параметри лінійних підсилювачів з різними схемами ввімкнення транзисторів. Схема з спільним емітером. Схема з спільним колектором. Схема з спільною базою.

Умови неспотвореного передавання сигналів у лінійних колах. Спектральний метод аналізу проходження коливань у лінійних колах. Приклади визначення відгуків кіл на поширені коливання. Недоліки спектрального методу.

Операторний метод аналізу проходження коливань у лінійних колах. Основні властивості перетворення Лапласа. Таблиці співвідношень оригіналів і зображень.

Часовий метод аналізу проходження коливань у лінійних колах. Відгук кола на дельта-імпульс та одиничний стрибок. Дві форми інтеграла Дюамеля. Зв'язок між імпульсною та частотною характеристиками кола.

Методи аналізу коливань у нелінійних колах. Перетворення спектра у колі з НЕ. Метод Берга.

Вибіркові підсилювачі. Квазілінійний метод розрахунку підсилювача з резонансним навантаженням.

Операційні підсилювачі. Основні схеми ввімкнення. Оброблення сигналів за допомоги операційних підсилювачів.

Аудіо- та відео- підсилювачі. Вимоги до спотворень сигналів.

Вплив  $\beta$  на частотні та нелінійні спотворення сигналів. Стійкість радіоелектронних кіл. Умови та критерії стійкості.

Нелінійні та параметричні амплітудні модулятори. Частотні модулятори. Фазові маніпулятори.

Амплітудні детектори та випрямлячі. Нелінійні спотворення у амплітудному детекторі і вибір сталої часу фільтру НЧ. Схемна реалізація амплітудних детекторів.

Частоті та фазові детектори. Перетворення ЧМ у АМ. Лінеаризація характеристики перетворення. Частотнофазові перетворення. Формування опорного коливання у фазовому детекторі.

Резонансний підсилювач у нелінійному та параметричному режимах. Енергетичні співвідношення між гармоніками. Принцип перетворення частоти.

Генератор як перетворювач енергії сталого струму у енергію коливань. Коливальний контур з від'ємним опором. Роль зворотного зв'язку у виникненні автоколивань.

Умови збудження автогенераторів гармонічних коливань Додатний зворотний зв'язок у підсилювачі. Коливальна характеристика підсилювача. Баланс фаз та амплітуд.

Схемна реалізація автогеіераторів гармонічних коливань LC-генератори високочастотних коливань. Тривічкові схеми автогеіераторів. LC-генератори. Вимоги до фазового зсуву LC-ланок.

Еквівалентна схема кварцового резонатора. Схеми кварцованих генераторів.

Сучасні системи мобільного зв'язку. Багатоканальний доступ з частотним, часовим, кодовим розподіленням.

### Рекомендована література

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. – М.: Высшая школа, 1983. – 536 с.
2. Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей. – Л.: Энергия, 1972 – 816 с.
3. Каяцкас А.А. Основы радиоэлектроники: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 464 с.
4. Кучумов А.И. Электроника и схемотехника. М.: “Гелиос АРВ”. 2002. –304 с.
5. Лачин В.И., Савелов Н.С. Электроника. Ростов н/Д: изд-во “Феникс”. 2000. - 448 с.
6. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1990.– 512 с.
7. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. М.: Высшая школа, 2000. - 399 с.
8. Сташук В.Д. Розрахунки радіоелектронних кіл: Навчальний посібник. – К.: УМК ВО, 1991. – 145 с.

### Технологія виробництва радіоелектронних апаратів

Виробничий та технологічний процеси (ТП). Елементи (складові) ТП. Види та типи виробництва; Характеристики типів виробництва.

Параметри ТП. Точність ТП. Надійність ТП. Вітчизняний та закордонний досвід забезпечення точності та надійності ТП. Продуктивність ТП. Економічність ТП.

Технологічність конструкцій. Визначення. Приклади. Вплив типу виробництва на технологічність конструкції. Методи кількісної оцінки технологічності конструкції.

Показники технологічності, правила вибору, та визначення. Забезпечення технологічності. Задачі, що вирішує технологічність конструкції.

Основи проектування технологічних процесів. Лекція 6. Основи проектування ТП. Основні технологічні документи та сфери їх застосування. Основні поняття про систему технологічної підготовки виробництва.

Класифікація литих деталей. Класифікація методів лиття, що використовуються при виробництві ЕА. (Лиття в піщані форми. Лиття в кокіль. Лиття в оболонки. Прецизійні методи лиття: лиття по моделях, що виплавляються; лиття під тиском.)

Класифікація матеріалів для лиття. Критерій класифікації. Сплави на основі заліза (Ливарні сталі. Чавуни. Магнітнотверді сплави.). Сплави на основі міді (Бронзи. Латуні.). Сплави на основі алюмінію. Ливарні сплави на основі магнію.

Сплави на основі цинку. Пластмаси та магнітодіелектрики. Керамічні матеріали та магнітомякі ферити.

Ливарні властивості сплавів. Температура ліквідусу. Рідкоплинність. Кристалізація. Усадка.

Особливості конструювання деталей, що утворюються литтям. Розташування деталі на кресленні. Вимоги до піднутрень. Ливарні ухили або конусність. Принцип тонкостінності. Принцип рівностінності. Вимоги до переходів від перетину до перетину. Механізм руйнування по Інґлісу.

Особливості конструювання литих деталей. Гарячі вузли. Отвори у виливках. Армування. Точність та чистота поверхні виливків. Обробка виливків різанням.

Оснащення для ливарного виробництва. Разові та постійні форми для лиття. Композиційні матеріали для виготовлення форм у ливарному виробництві. Основи колоїдної технології та її застосування для утворення прецезійних ливарних форм.

Технологічна сутність лиття металів та сплавів. Лиття в оболонкові форми. Лиття по моделях, що виплавляються. Основні етапи процесу та їх технологічна сутність.

Технологічна сутність лиття металів та сплавів. Лиття під тиском металів і сплавів. Обладнання та оснащення для лиття під тиском металів і сплавів.

Технологічна сутність формоутворення пластмас та кераміки. Класифікація методів формоутворення пластичних мас. Лиття під тиском пластичних мас. Обладнання та оснащення для лиття під тиском пластичних мас.

Основи технології пресування деталей із пластмас; пресформи для прямого та литтєвого пресування; класифікація пресформ та сфери їх застосування; оснащення та обладнання для пресування.

Лиття під тиском кераміки та феритів. Обладнання, оснащення для лиття під тиском кераміки та феритів, та технологічна сутність.

Основні характеристики методу обробки різанням. Оброблюваність матеріалів різанням. Класифікація матеріалів для обробки різанням.

Обробка матеріалів лезовим інструментом, геометрія ріжучого інструменту, обладнання для лезової обробки, його класифікація, на основі опрацювання літературних джерел.

Фізичні явища при обробці різанням, що визначають макрогеометрію, мікрогеометрію та мікроструктуру. Явища що визначають макрогеометрію деталі, мікрогеометрію та мікроструктуру поверхневого шару матеріалу деталі. Система ВПД для пояснення макрогеометрії. Наростоутворення та його вплив на мікрогеометрію. Вплив радіусу ріжучої крайки на мікроструктуру. Практичні заходи підвищення якості обробки різанням.

Методи обробки різанням валів, отворів та площин. Обробка лезовим інструментом: точіння, сверління, розгорткування, протягування, стругання, фрезерування та інш. Абразивна обробка: суперфініш, притирання, хонінгування та інш. Якість поверхні при обробці цими методами.

Абразивна обробка деталей НВЧ-діапазону. Вплив мікрогеометрії на теплові втрати при каналізації НВЧ-енергії. Особливості обробки деталей радіоелектронних апаратів НВЧ-діапазону. Квазіаморфний шар (шар Бейльбі).



Теплові явища при обробці різанням. Теплові явища при обробці різанням металів. Особливості обробки різанням деталей з пластичних мас, кераміки та феритів. Особливості технології різання напівпровідникових пластин, кераміки та феритів.

Різання листових матеріалів. Інструмент, оснащення та обладнання для різання металевих та неметалевих листових матеріалів. Особливості технології різання друкованих плат.

Основні характеристики методів обробки тиском та їх класифікація. Основні характеристики методів обробки тиском. Схеми обробки тиском. Класифікація методів обробки тиском.

Фізико-хімічні процеси в матеріалах (металах) при обробці тиском; обробка тиском виробів із пластичних мас.

Загальні відомості щодо холодного штампування. Лекція 20. Загальні відомості щодо холодного штампування. Переваги та недоліки холодного штампування перед іншими методами формоутворення. Класифікація методів холодного штампування. Класифікація матеріалів для холодного штампування. Обладнання та оснащення для холодного штампування.

Технологічна сутність методів холодного штампування, що су-проводжуються місцевим руйнуванням матеріалу заготовки.

Різання. Вирізання та пробивання. Суть, процесів. Зачищення та калібрування. Чистова вирізання та чистова пробивання. Штампи для вирізки та пробивки.

Технологічна сутність методів холодного штампування що су-проводжуються пластичним деформуванням матеріалу заготовки.

Згинання. Витягування. Глибоке витягування. Основні етапи процесу. Спеціальні види витягування. Пресування ( пряме, зворотне, комбіноване). Витягування та пресування, (порівняльний аналіз). Шляхи розвитку холодного штампування.

Технологія друкованих плат. Основні терміни та визначення. Переваги та недоліки друкованого монтажу. Класифікація варіантів виготовлення друкованих плат. Принципи формування друкованих провідників. Фізичний зміст адитивного та субтрактивного принципів. Методи формування друкованих провідників. Способи переносу зображення друкованих провідників.

Технологія, фізичні основи та технологічні можливості методів формування друкованих провідників. Технологія, фізичні основи та технологічні можливості методів: хімічного травлення, тиснення, гравірування, декалькоманії, гарячого розпилення металу та впалювання токопровідної пасти.

Основні характеристики методів, що базуються на поцесах хіміко-гальванічного осадження. Технологія, фізичні основи та технологічні можливості методу гальваностегії. Технологія, фізичні основи та технологічні можливості комбінованого негативного методу. Технологія, фізичні основи та технологічні можливості комбінованого позитивного методу.

Особливості складання та монтажу радіоелектронних апаратів. Класифікація технологічних операцій складання та монтажу. Автоматизація процесів складання.

Загальна характеристика та класифікація способів реалізації роз'ємних та нероз'ємних з'єднань елементів конструкцій радіоелектронних апаратів.

Конструкційне та монтажне зварювання в виробництві радіоелектронних апаратів. Основні поняття щодо зварювання. Класифікація методів зварювання. Фізико-хімічні основи зварювання. Поняття про основні методи зварювання. Сфери їх застосування у виробництві радіоелектронних апаратів.

Пайка як основа високопродуктивної групової технології монтажу радіоелектронних апаратів. Основні поняття щодо пайки. Класифікація методів пайки. Фізико-хімічні основи пайки. Поняття про основні методи пайки. Сфери їх застосування у виробництві радіоелектронних апаратів.

Контроль у виробництві радіоелектронних апаратів. Основні характеристики та класифікація методів контролю. Призначення контролю. Класифікація видів контролю виробництва радіоелектронних апаратів. Основні види контролю виробництва радіоелектронних апаратів та їх характеристики.

Регулювання та випробовування у виробництві радіоелектронних апаратів. Основні характеристики та класифікація методів регулювання та випробувань. Призначення регулювання та випробувань. Класифікація методів регулювання. Основні характеристики методів регулювання: інструментального та методу електричного копіювання; методи та засоби випробувань, випробування на механічні та кліматичні впливи, випробування на надійність.

#### Рекомендована література

1. Головня В.Г. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Радио и связь, 1983;
2. Грошев, В.Н. Технология радиоэлектронных средств : учеб. пособие / В.Н. Грошев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
3. Гусев В.П. Технология радиоаппаратостроения. Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1972;
4. Крылов, В.П. Технологическая подготовка и сопровождение производства электронных средств [Электронный ресурс] / В.П. Крылов, 2008. – URL : [http://window.edu.ru/window/catalog?p\\_mode=1&p\\_qstr](http://window.edu.ru/window/catalog?p_mode=1&p_qstr).
5. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств: учеб. пособие / А.М. Медведев. – Изд-во Техносфера, 2007. – 256 с.
6. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник.- Харків: Компанія СМІТ, 2005. - 592с.
7. Павловский В.В., Васильев В.И., Гутман Т.Н. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. - М.: Радио и связь, 1982;
8. Селиванова, З.М. Технология радиоэлектронных средств : лаб. практ. / З.М. Селиванова, А.В. Петров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.
9. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для вузов. /Под ред. С.Е. Ушаковой. - М.: Радио и связь, 1985;
10. Технология и автоматизация производства РЭА. /Под ред. А.П. Достанко, - М.: Радио и связь, 1989.
11. Технология конструкционных материалов. /Под ред. А.М. Дальского - М.: Машиностроение, 1985;

12. Технология обработки конструкционных материалов. /Под ред. П.Г. Петрухи - М.: Высшая школа, 1991;
13. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник /За ред. М.А. Сологуба – 2-е вид., перероб і доповнено –К.: Вища школа, 2002.-374с. ;
14. Ханке Х.И., Фабиан Х. Технология производства радиоэлектронной аппаратуры.- М.: Энергия, 1980

### **Фізико-теоретичні основи конструювання радіоелектронної апаратури**

Визначення понять конструкцій та процесів конструювання. Статистичне модулювання конструкцій. Фізичні, енергетичні, інформаційні процеси при функціонуванні ЕА.

Фізичні, енергетичні, інформаційні процеси при функціонуванні ЕА. Функціональна повнота та технічна сумісність ЕА.

Тепломасоперенос в матеріалах, елементах і конструкціях ЕА.

Основні джерела теплової енергії ЕА. Засоби забезпечення теплових режимів. Процеси тепломасопереносу в матеріалах та компонентах електронних апаратів.

Кондукція в ЕА. Кондуктивний механізм перенесення теплової енергії.

Механізми перенесення теплової енергії в ЕА. Кондуктивний механізм перенесення теплової енергії. Фізичні процеси кондуктивного теплообміну ЕА

Радіатори мікропроцесорних інтегральних схем комп'ютерів [21, 25].

Конвекція в ЕА. Конвективний механізм перенесення теплової енергії в ЕА.

Процес конвективного теплообміну. Режим течії теплоносія. Тепловіддача. Закони та розрахунок теплових режимів при конвективному теплообміні. Теорія розмірності та подібності

Радіація. Радіаційний механізм теплообміну в ЕА.

Поняття теплової радіації. Основні закони радіаційного теплообміну - закони Планка, Віна, Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Ламберта.

Засоби радіаційного теплообміну комп'ютерів [6-8]. Тема 2.5. Оцінка нестационарних теплових полів в ЕА.

Поняття нестационарного теплового поля. Повне рівняння теплопровідності. Аналітичний та номографічний метод рішення.

Аналітичне рішення повного рівняння теплопровідності.

Загальна характеристика показників вологості навколишнього середовища. Способи змінювання.

Дія вологи на метали, електроізоляційні матеріали, радіоелементи. Погіршення фізико-механічних та електричних властивостей.

Механізми вологопоглинання: гігроскопічність, сорбція, адсорбція, десорбція, осмос.

Основні закони масопереносу - закони Фіка, Генрі. Електро-масова аналогія. Коефіцієнти проникання, розчинності, дифузії.

Захист ЕА від вологи. Поняття тропічного клімату, гідрофільність і гідрофобність матеріалів. Тропікалізація ЕА. Методи тропікалізації ЕА.

Герметизація, кондиціонування, заливка вузлів компаундами як методи тропікалізації.

Розрахунок і синтез вологозахисту ЕА.

Вплив вологи на основні показники надійності. Застосування вологозахисту для підвищення надійності ЕА. Методи розрахунку вологозахисту за критеріями надійності.

Основні поняття та визначення теорії надійності. Поняття безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності ЕА. Інженерний, фізичний, статистичний аспект оцінки надійності.

Працездатні стани та відмови ЕА. Безвідмовність ЕА. Ймовірність безвідмовної роботи. Статистичний розрахунок надійності.

Відмови, їх види. Поняття працездатності та безвідмовності. Основні показники. Забезпечення працездатності на етапах проектування, виробництва та експлуатації. Методи розрахунку надійності. Статистичний розрахунок надійності.

Практичне забезпечення надійності ЕА при виробництві.

Розрахунок показників безвідмовності ЕА з урахуванням кліматичних та механічних умов експлуатації.

Умови експлуатації, їх вплив на основні показники безвідмовності ЕА. Забезпечення показників безвідмовності при різних умовах експлуатації.

Надійність електронних апаратів, що ремонтуються.

Поняття ремонтпридатності ЕА. Основні показники.

Практичне забезпечення надійності ЕА, що ремонтуються [14, 17].

Методи підвищення надійності ЕА: мікромініатюризація, мікроелектроніка, резервування та профілактика.

Надійність ультравеликих інтегральних схем.

Старіння матеріалів: металів, полімерів, напівпровідників. Урахування старіння при виробництві та експлуатації ЕА.

Поняття старіння матеріалів в теорії надійності. Старіння металів, полімерів, напівпровідників. Урахування старіння при виробництві та експлуатації ЕА.

Розрахунок допусків на старіння за критеріями точності і надійності ЕА.

Коефіцієнти старіння, закони зміни параметрів ЕА при старінні. Функції розподілу коефіцієнтів старіння. Розрахунок допусків на старіння. Тривалість служби елементів та ЕА, що визначається старінням.

Основні визначення у галузі електромагнітної сумісності ЕА.

Основні поняття та визначення ЕМС ЕА. Завадостійкість та завадозахищеність. Організаційно-технічні заходи забезпечення завадозахищеності.

Засоби завадозахищеності організаційно-методичного та технічного характеру.

Нормування властивостей ЕМС ЕА. Аналіз заводових середовищ.

Основні принципи аналізу заводових середовищ. Норми на властивості випромінювати та сприймати радіозавади ЕМС. Визначення норм на властивості завадозахищеності ЕМС. Основні нормативні документи.

Забезпечення ЕМС цифрових технічних засобів комп'ютерів.

Поняття заводового середовища. Основи проведення аналізу заводового середовища. Джерела завод у цифрових пристроях. Методи конструктивно-технологічних рішень ЦТЗ комп'ютерів за критеріями ЕМС ЕА.

Методи розробки та виготовлення функціонально- конструктивних засобів комп'ютерів за критеріями ЕМС.

Розрахунок, методи та засоби мінімізації завад комп'ютерів при наявності індуктивних, ємнісних, резистивних шляхів дії завад.

Розрахунок спектрів сигналів цифрових схем комп'ютерів при підвищенні їх продуктивності і значеннях тактових частот в НВЧ діапазоні. Забезпечення ЕМС ЦТЗ комп'ютерів - проблема високих та надвисоких частот.

Підвищення показників якості, призначення та завадозахищеності цифрових ЕА та систем: телебачення, засобів звукотехніки, аудіовізуальних систем, телекомунікацій, мобільного супутникового зв'язку, комп'ютерних мереж.

Основні показники якості завадозахищеності цифрових ЕА. Застосування сучасних науково-технічних досягнень для забезпечення високої якості кольорових зображень телебачення. Поняття комп'ютерних, аудіовізуальних та телекомунікаційних та інш. видів мереж. Функціонування мереж, їх завадозахищеність.

Основні показники кодування сигналів цифрових аудіовізуальних систем. Удосконалення якості зображення та звукового супроводження у телебаченні. Методи зниження шумів кодування в аудіовізуальних цифрових системах.

Необхідність зниження впливу завад на показники призначення і надійності ЕА. Цифрове телебачення. Швидкодія та завадозахищеність імпульсно-кодової модуляції сигналів цифрового телебачення.

Імпульсно-кодова модуляція, її застосування у цифровому телебаченні. Узагальнене порогове рівняння телевізійних систем. Ефірне та кабельне телебачення. Завади та шуми антен. Природа їх виникнення.

Сприйнятливості до завад апаратури прикладного телебачення, що застосовується в медицині та біології.

Основні вимоги щодо сприйнятливості до завад апаратури прикладного телебачення. Методи розрахунку основних показників. Особливості застосування прикладного телебачення в медицині та біології.

Екранування ЕА. Принципи екранування електричних, магнітних та електромагнітних полів. Електростатичний, магнітостатичний, квазістаціонарний, електродинамічний та хвильовий режим екранування.

Принципи екранування. Основні рівняння електромагнітного поля. Структура та характеристики електромагнітного поля. Режими екранування: електростатичний, магнітостатичний, квазістаціонарний, електродинамічний та хвильовий. Основні принципи роботи екранів в квазістаціонарному режимі.

Принципи екранування магнітними та немагнітними екранами. Електромагнітне шунтування та електромагнітна індукція. Електростатичне та магнітостатичне екранування. Нейтралізація ємнісних зв'язків. Необхідність заземлення екранів.

Застосування магнітних та немагнітних екранів. Електромагнітне шунтування та електромагнітна індукція. Електростатичне та магнітостатичне екранування. Принципи дії екранів. Нейтралізація ємнісних зв'язків. Необхідність заземлення екранів. Ефективність та коефіцієнти екранування електростатичних та магнітостатичних екранів.

Електромагнітне екранування. Рівень екранування та реакція екранів. Урахування конфігурації екрана. Характеристики електромагнітних екранів.

Відмінність у дії магнітних та немагнітних екранів. Ефективність і точність моделей полів випромінювачів завад при екрануванні.

Режим електромагнітного екранування. Поняття реакції екрану. Основні характеристики електромагнітних екранів, їх залежність від конфігурації екрану. Відмінність у дії магнітних та немагнітних екранів. Показники призначення екранів. Моделювання дії екранів. Ефективність і точність моделей полів випромінювачів завад при екрануванні.

Основні математичні моделі полів джерел завад при застосуванні екранів. Принципи проектування електромагнітних екранів.

Дослідження процесів дифузійної взаємодії електромагнітних полів та екранів. Обґрунтування алгоритмів та програмні засоби чисельних методів розрахунку екранів. Дані відлагоджувально-тестових випробувань програмних засобів розрахунку екранів комп'ютерами.

Поняття дифузійної взаємодії електромагнітних екранів. Основні методи дослідження її процесів. Застосування чисельних математичних методів для вирішення задач екранування.

Основні чисельні методи розрахунку електромагнітних полів та екранів. Межі їх застосування при вирішенні задач екранування. Сучасне програмне забезпечення для електромагнітного моделювання. Результати його застосування. Необхідність проведення відлагоджувально-тестових випробувань.

Забезпечення радіаційного захисту ЕА.

Іонізуюче та неіонізуюче випромінювання. Їх походження та основні характеристики. Вплив на ЕА. Необхідність радіаційного захисту. Принципи його побудови.

Завдання радіаційного захисту та екранування супутників "відкритого" космосу.

Поняття природних радіаційних поясів Землі. Аналіз їх профілів. Розрахунок основних характеристик.

Основні характеристики випромінювання космічного простору. Принципи проектування захисних пристроїв та екранів.

Дія на ЕА та базові елементи механічних статичних та динамічних впливів.

Особливості експлуатації ЕА в умовах зниженого та підвищеного тиску. Закон Пашена. Залежність напруги пробою від тиску та складу газу. Основні засоби захисту ЕА від впливу зниженого та підвищеного тиску.

Поняття статичних і динамічних механічних навантажень. Ступені жорсткості механічних впливів. Основні методи захисту від механічних навантажень.

Вібраційні впливи на ЕА.

Моделі геометричної форми. Ступені рухомості. Класифікація та моделі сил. Рівняння руху та методи аналізу механічної системи. Коливання з одним ступенем рухомості.

Поняття механічного удару, його основні характеристики. Складання та рішення динамічних рівнянь при ударах. Методи аналізу рішень.

## Рекомендована література

1. Волин М.Л., Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. – М., Радио и связь, 1981.
2. Дж. Барнс. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. – М.: "Мир ", 1990 г.
3. Домнич В.И. Конструирование РЭС. Тепловлагозащита. – Киев, УМК ВО, учебное пособие, 1993.
4. Домнич В.И., Зиньковский Ю.Ф. Конструирование РЭС. Оценка и обеспечение тепловых режимов. – Киев, УМК учебное пособие, 1991.
5. Дульнев Г.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронных аппаратах. – М.: Высш. шк., 1984.
6. Зиньковский Ю.Ф., Клименко В.Г., Погребняк В.П., Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств. – Киев, УМК ВО, учебное пособие, 1990.
7. Зіньковський Ю.Ф., Клименко В.Г.. Электромагнітна інформаційна захищеність та сумісність електронних апаратів. – Житомир: ЖІТІ, 1999 г.
8. Князев А.Д., Кечиев Л.Н., Петров Б.В. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости. – М.: Радио и связь, 1989.
9. Кофанов Ю.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств. – М.: "Радио и связь ", 1991 г.
10. Львович Я.Е, Фролов В.Н. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности РЭА. – М.: Сов.радио, 1986.
11. Ненашев О.П.. Конструирование радиоэлектронных средств. – М., Высшая школа, 1990.
12. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании РЭА. – М.: Сов. Радио, 1976.
13. Справочник конструктора РЭС / Под ред. Р.Г.Варламова. – М.: "Советское радио", 1980.
14. Токарев М.Ф., Галицкий Е.Н., Фролов В.А.. Механические воздействия и защиты радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1984,- 324 с.
15. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита ЕА. – М.: Радио и связь, 1984.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

При виконанні екзамену забороняється використання допоміжного матеріалу.

### **Критерії оцінювання додаткового вступного 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 факти, події, процеси суспільного життя, чітко, послідовно та обґрунтовано аргументувати власну відповідь.

Оцінка додаткового вступного випробування складається з балів, які отримуються за:

1. відповідь на перше запитання екзаменаційного білету,  
максимальний бал - **25**;
2. відповідь на друге запитання екзаменаційного білету,  
максимальний бал - **25**;
3. відповідь на третє запитання екзаменаційного білету,  
максимальний бал - **25**;
4. відповідь на четверте запитання екзаменаційного білету,  
максимальний бал – **25**.

Максимальна кількість балів на всі запитання екзаменаційного білету дорівнює:

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

За кожне питання можна отримати:

– Повністю розкрито питання, відповідь має логічну та структурну завершеність, обрано раціональний глибинний підхід, наведено приклади, відсутні граматичні помилки, коректно вживані терміни, розкрито основні поняття, наведено всі розмірності фізичних величин, приведено правильний узагальнюючий висновок **23...25 балів**

– Повністю розкрито питання, відповідь не має повної логічної та структурної завершеності, обрано не в повній мірі раціональний глибинний підхід, наведено приклади, відсутні граматичні помилки, коректно вживані терміни, розкрито основні поняття, наведено всі розмірності фізичних величин, приведено правильний узагальнюючий висновок **20...22 балів**

– Майже повністю розкрито питання, відповідь не має повної логічної та структурної завершеності, обрано не раціональний глибинний підхід, відсутні приклади, відсутні граматичні помилки, коректно вживані терміни, розкрито основні поняття, наведено всі розмірності фізичних величин, приведено правильний узагальнюючий висновок **20...22 балів**

– Не повністю розкрито питання, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано наближений до раціонального глибинний підхід, відсутні приклади, відсутні граматичні помилки, коректно вживані терміни, не всі основні поняття розкрито, наведено всі розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **17...19 балів**



– Не повністю розкрито питання, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано поверхневий підхід, відсутні приклади, є незначні граматичні помилки, є некоректно вживані терміни, не всі основні поняття розкрито, відсутні деякі розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **14...16 балів**

– Частково розкрито питання, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано поверхневий підхід, відсутні приклади, є незначні граматичні помилки, є некоректно вживані терміни, не всі основні поняття розкрито, відсутні деякі розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **12...13 балів**

– Частково розкрито питання, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано підхід на рівні побутового розуміння, відсутні приклади, багато граматичних помилок, некоректно вживані терміни, не розкрито основні поняття, відсутні розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **9...11 балів**

– Питання не розкрито, але є міркування за відповідною тематикою, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано підхід на рівні побутового розуміння, відсутні приклади, багато граматичних помилок, некоректно вживані терміни, не розкрито основні поняття, відсутні розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **5...8 балів**

– Питання не розкрито, є наближені до відповідної тематики поверхневі міркування, відповідь не має логічної та структурної завершеності, обрано підхід на рівні побутового розуміння, відсутні приклади, багато граматичних помилок, некоректно вживані терміни, не розкрито основні поняття, відсутні розмірності фізичних величин, не приведено правильний узагальнюючий висновок **1...4 балів**

– Немає відповіді **0 балів**

Оцінки з додаткового вступного випробування виставляються в екзаменаційній відомості у відповідності до таблиці 1.

Таблиця 1

Значення сумарного балу	Оцінка	Чисельний еквівалент оцінки з додаткового вступного випробування
<b>95...100</b>	<b>A</b>	<b>5</b>
<b>85...94</b>	<b>B</b>	<b>4.5</b>
<b>75...84</b>	<b>C</b>	<b>4</b>
<b>65...74</b>	<b>D</b>	<b>3.5</b>
<b>60...64</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
<b>Менше ніж 60</b>	<b>F</b>	<b>2</b>

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ  
ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ.

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Додаткове вступне випробування  
для навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістра/спеціаліста  
по спеціальності 8(7).05090204 «Біотехнічні та медичні апарати і системи»

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1**

1. Яка потужність виділяється в конденсаторі ємністю 1 мкФ у вигляді тепла на частоті 50 Гц, якщо напруга на конденсаторі 220 В, а його добротність 1000?
2. Діод Шоткі виготовлений на основі контакту кремнію n-типу провідності з питомим опором  $\rho_B = 3,5 \text{ Ом}\cdot\text{см}$  і електронною спорідненістю  $\chi = 3,7 \text{ еВ}$  та металу, що має роботу виходу  $\varphi_m = 4,5 \text{ еВ}$ . У напівпровіднику n-типу рівень Фермі лежить нижче рівня  $E_c$  на 0,21 еВ. Площа контакту  $S = 10^{-4} \text{ см}^2$ . Рухливість електронів у кремнії становить  $\mu_n = 1400 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$ . Визначити ємність діода Шоткі.
3. Визначте внутрішнє падіння напруги на обмотці трансформатора живлення при робочій температурі  $+100^\circ\text{C}$ , якщо в обмотці протікає струм 1 А, а опір обмотки складає 8 Ом при температурі  $+20^\circ\text{C}$ . (Температурний коефіцієнт міді  $4,1\text{E}-3 \text{ 1/град}$ ).
4. Розв'язати за правилом Крамера систему алгебраїчних рівнянь з розширеною матрицею коефіцієнтів  $((1 \ -1 \ | \ 2), (-1 \ 2 \ | \ 0))$ .

Затверджено на засіданні  
кафедри радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

Завідувач кафедри КіВРА \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Нелін Є.А.

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

проф. каф. КіВРА Нелін Є.А.;  
проф. каф. КіВРА Зіньковський Ю.Ф.;  
доц. каф. КіВРА Зінченко М.В.;  
доц. каф. КіВРА Попсуй В.І.;  
доц. каф. КіВРА Коваль А.В.;  
доц. каф. КіВРА Дюжаєв Л.П.;  
доц. каф. КіВРА Тарабаров С.Б.;  
ст. викл. каф. КіВРА Непочатих Ю.В.;  
доц. каф. ТОР Гусєва О.В.