



ТЕОРІЯ КІЛ І СИГНАЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ТА КІБЕРПРОСТОРАХ

**Методичні рекомендації
для самостійної роботи студентів
очної та заочної форми навчання**

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ
Кафедра Систем інформаційного та кібернетичного захисту

**ТЕОРІЯ КІЛ І СИГНАЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ ТА
КІБЕРПРОСТОРАХ**

Методичні рекомендації
для самостійної роботи студентів Навчально-наукового
інституту захисту інформації та Навчально-наукового
інституту заочного та дистанційного навчання, що навчаються
за спеціальністю 125 «Кібербезпека»

Київ 2018

Укладачі:
Ю.О. Тихонов, В.О. Пшоннік

Схвалено Вченою радою Навчально-наукового інституту захисту інформації
Державного університету телекомунікацій
(протокол № 9 від 26 квітня 2108 року)

Тихонов Ю.О. Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах: методичні рекомендації / Ю.О. Тихонов, В.О. Пшоннік // К.: ДУТ, 2018. – 54 с.

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів Навчально-наукового інституту захисту інформації та Навчально-наукового інституту заочного та дистанційного навчання з дисципліни “Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах” містять програму навчальної дисципліни, зміст навчального матеріалу, тематику практичних та лабораторних занять, вимоги до виконання курсової роботи, методичні вказівки на самостійну підготовку.

Методичні рекомендації складено відповідно до робочої навчальної програми дисципліни “Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах” і спрямовані на систематизацію знань та полегшення самостійної роботи студентів над навчальним матеріалом. Призначені для студентів, що навчаються за спеціальністю 125 – Кібербезпека.

Зміст

Вступ	5
Частина 1. Організаційні форми навчального процесу	7
1.1. Види навчальних занять.....	7
1.2. Контрольні заходи.....	9
1.3. Курсова робота.....	11
1.4. Самостійна робота.....	12
Частина 2. Вимоги до виконання курсової роботи з дисципліни «Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах»	13
2.1. Загальні вимоги.....	13
2.2. Нумерація.....	13
2.3. Ілюстрації.....	15
2.4. Таблиці.....	16
2.5. Формули.....	16
Частина 3. Зміст програми навчальної дисципліни «Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах»	17
3.1. Змістовий модуль 1. Усталені процеси в електричних колах.....	17
3.1.1. Структура змістового модуля 1.....	18
3.1.2. Тема 1. Основи символічного методу розрахунку електричних кіл в інформаційному та кіберпросторах.....	18
3.1.3. Тема 2. Аналіз сталих процесів в електричних колах гармонічного струму.....	19
3.2. Змістовий модуль 2. Частотні властивості лінійних електричних кіл.....	21
3.2.1. Структура змістового модуля 2.....	22
3.2.2. Тема 3. Частотні характеристики лінійних електричних кіл першого порядку.....	22
3.2.3. Тема 4. Частотні характеристики лінійних електричних кіл другого порядку.....	23
3.2.4. Тема 5. Електричні фільтри.....	25
3.3. Змістовий модуль 3. Основи теорії сигналів.....	27
3.3.1. Структура змістового модуля 3.....	27
3.3.2. Тема 6. Електричні сигнали та їх спектри.....	27
3.3.3. Тема 7. Спектральний аналіз процесів в електричних колах.....	29
3.3.4. Тема 8. Основні властивості нелінійних електричних кіл.....	29
3.4. Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в лінійних електричних колах.....	31
3.4.1. Структура змістового модуля 4.....	31
3.4.2. Тема 9. Класичний метод аналізу перехідних процесів в лінійних електричних колах.....	32
3.4.3. Тема 10. Перехідні процеси в колах другого порядку.....	33
3.4.4. Тема 11. Операторний метод аналізу перехідних процесів.....	34

Список використаних

джерел	36
Додатки	37
Додаток 1. Фізичні величини та їх одиниці.....	37
Додаток 2. Сучасна латинська абетка.....	53
Додаток 3. Сучасна грецька абетка.....	54

ВСТУП

Навчальна дисципліна **“Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах”** є однією з основних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки, що визначають фундаментальну підготовку фахівців в галузі кібербезпеки та захисту інформації. Знання, отримані при вивченні цієї навчальної дисципліни, будуть основою для вивчення дисциплін фахової спеціалізації. Знання цієї дисципліни допоможуть освоїти й одержати теоретичні знання і практичні навички у вивченні методів і засобів інформаційної безпеки.

В результаті вивчення дисципліни студенти одержують узагальнюючі знання, що будуть потрібні у практичній діяльності, особливо у час розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі забезпечення інформаційної безпеки і/або кібербезпеки. Для успішного рішення різних технічних задач фахівець із організації інформаційної безпеки повинен досконало знати довірену йому техніку, вміти в найкоротший термін освоювати нові її зразки та забезпечувати захист електронних інформаційних ресурсів в інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах на основі технологій, методів та засобів криптографічного та технічного захисту інформації.

Щоб зрозуміти роль і місце дисципліни **“Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах”** у підготовці спеціалістів по кібербезпеки варто привести один приклад.

Для запобігання витоку інформації, тобто її захисту, необхідно використовувати як організаційні, так і технічні засоби. Особливе місце серед мір захисту інформації від її неконтрольованого поширення займають захисно-пошукові заходи. Ціль цих заходів полягає в запобіганні одержання зловмисниками охоронюваних відомостей за допомогою засобів негласного знімання інформації (НСІ або, по-іншому, закладних пристроїв). Під цими засобами розуміються спеціальні технічні засоби (системи) або сукупність технічних засобів, застосовуваних зловмисниками для перетворення, передачі, прийому (перехоплення) і реєстрації інформативних сигналів з метою одержання неправомірного доступу до чужій захищати інформації. Номенклатура засобів НСІ на сьогоднішній день надзвичайно велика. Вона включає засоби перехоплення інформації з каналів зв'язку, диктофони, радіомікрофони, мережні мікрофони, пристрої схованого відеоспостереження, стетоскопи, перетворювачі (підсилювачі) інформативних сигналів і інші технічні засоби.

Найбільш широке поширення одержали радіовипромінюючі засоби НСІ, що передають інформацію на вилучений від місця її збору приймальний пункт

по радіоканалу. У них усе ширше застосовуються різні способи закриття переданої по радіоканалу інформації, широкосмугові сигнали, стрибкоподібна зміна робочої частоти, накопичення інформації і її передача в режимі швидкодії.

Неодмінною вимогою до сучасної апаратури пошуку й аналізу радіосигналів є її здатність здійснювати цілодобовий моніторинг радіовипромінювань в автоматизованому режимі. Ця вимога стає усе більше актуальною у зв'язку зі швидким ростом кількості закладних пристроїв, що накопичують інформацію й виходять в ефір лише по командах дистанційного включення або відповідно до алгоритму. Робота більшості радіоелектронних засобів НСІ (наприклад, мінівідеокамер) супроводжується побічними електромагнітними випромінюваннями. Ознаки таких характерних випромінювань також використовуються в сучасній пошуковій апаратурі для виявлення закладних пристроїв.

У ряді типів закладних пристроїв передача зібраної інформації здійснюється електричними сигналами з використанням існуючих провідних ліній (телефонних, сигналізації, електроживлення й ін.). Для пошуку таких сигналів у провідних лініях застосовуються спеціальні аналізатори, сканіруючі або багатофункціональні пристрої. У випадках, коли закладні пристрої не виявляють себе радіовипромінюваннями й електричними сигналами (наприклад, тимчасово виключені), ці пристрої можуть бути виявлені по наявності в них електронних компонентів. Для виявлення таких компонентів застосовуються нелінійні радіолокатори, що дозволяють установити місце розташування закладного пристрою навіть усередині непрозорих предметів і елементів конструкцій.

Для кваліфікованого використання технічних заходів необхідно знати методи і засоби, що застосовуються в конкретних ситуаціях. З цією метою необхідно представляти види і структуру сигналів, спектри сигналів, що використовуються у системах обробки, а також при передачі і прийомі інформації. Засоби захисту використовують різні методи фільтрації, обробки складових сигналів. У кожному конкретному випадку необхідно вибрати грамотно правильне рішення. Для цього потрібно знати, яким чином різні сигнали проходять через електричні кола, які зміни вони перетерплюють. Наприклад, при обробці сигналів, крім основних частот, на яких міститься корисна інформація, можуть з'явитися сигнали на так званих комбінаційних частотах. На жаль вони теж несуть корисну інформацію і можуть бути джерелом витoku інформації. Тому їх необхідно усувати.

Якщо не застосувати спеціальні засоби, то виток інформації може відбутися і через мережу електричного живлення. Іноді застосування простих фільтрів, що складаються зі спеціально підібраних елементів – котушок індуктивностей, конденсаторів, опорів дозволяє захистити робочу станцію від витoku інформації.

Щоб правильно вибрати пристрій захисту інформації, його грамотно застосовувати, вчасно провести регламентні роботи, а якщо потрібно удосконалити, необхідно одержати глибокі знання з дисципліни «Теорія кіл і

сигналів в інформаційному та кіберпросторах», яка є найважливішим інструментом, що широко використовується в двох суміжних напрямках науки і техніки – електротехніці і радіоелектроніці.

Частина 1. Організаційні форми навчального процесу

Навчальний процес реалізується у таких формах: навчальні заняття, виконання індивідуальних завдань, практики, контрольні заходи, самостійна робота. Основними видами навчальних занять є: лекції, практичні, лабораторні заняття, індивідуальні заняття та консультації.

1.1. Види навчальних занять

Лекція – основний вид навчальних занять, призначених для викладення теоретичного матеріалу. Як правило, окрема лекція є елементом курсу лекцій, що охоплює основний теоретичний матеріал однієї або декількох тем навчальної дисципліни. Тематика лекцій визначається робочою навчальною програмою дисципліни.

На лекціях закладаються основи розуміння студентами сутності знань з дисципліни СПТМ, ставлення до цих знань, визначаються шляхи й способи їх отримання. Лекція повинна організувати творчу думку студентів, активізувати їх роздуми над тією чи іншою проблемою в рамках дисципліни. Слідкуючи за логікою викладення лекції, студенти повинні вчитися усвідомлювати основні поняття та положення дисципліни, самостійно виділяти та засвоювати головне. Вони повинні мати на увазі, що лекція не копіює підручник, а висвітлює найбільш важливі та складні проблеми теми.

Студентам рекомендується уважно прослухати та записати план лекції, стежити за ходом викладу відповідно до плану, за переходом від однієї частини плану до іншої. Головні тези лекції лектор виділяє різними засобами: затриманням або прискоренням темпу, підвищенням інтонації, більш виразною дикцією, повторенням окремих фраз, вказівкою, щоб студенти записали дане визначення або положення, своїми записами на дошці, проектуванням на екрані за допомогою технічних засобів навчання, т.ін.

Конспект лекції повинен представляти скорочений запис, у якому виділяється головне з викладених лекцій. Нові поняття, визначення та найбільш інформативні висновки слід записувати повністю, для спрощення їх подальшого відтворення. Це ж стосується різноманітних схем, які наводяться викладачем у процесі викладення матеріалу. Слід також застосувати певні загальноприйняті скорочення записів, що застосовуються в літературі з дисципліни.

Лекції проводяться лекторами – професорами і доцентами, а також провідними науковими працівниками та спеціалістами, запрошеними для читання лекцій.

Практичне заняття – вид навчального заняття, на якому студенти під керівництвом викладача шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань закріплюють теоретичні положення навчальної дисципліни і набувають вмій та навичок їх практичного застосування.

Практичні заняття проводяться в аудиторіях або в навчальних лабораторіях, оснащених необхідними технічними засобами навчання, обчислювальною технікою тощо. Перелік тем практичних занять визначається робочою навчальною програмою дисципліни. Викладач, якому доручено проведення практичних занять, за узгодженням з лектором даної навчальної дисципліни розробляє методичне забезпечення: індивідуальні завдання різної складності, методичні прийоми розгляду окремих теоретичних положень або розв'язання практичних задач, контрольні завдання (тести) для виявлення ступеня сформованості необхідних умій тощо.

Практичне заняття включає проведення контролю знань, вмій та навичок, постановку загальної проблеми (завдання) викладачем та її обговорення за участю студентів, розв'язання задач з їх обговоренням, вирішення контрольних завдань, їх перевірка та оцінювання. Оцінки, одержані студентом за окремі практичні заняття вносяться до журналу занять навчальної групи та враховуються при визначенні підсумкової оцінки (рейтингу) з даної навчальної дисципліни.

На практичні заняття відбирається такий навчальний матеріал, на якому можна наочно розкрити суть первинних навичок, необхідних для формування високої технічної культури майбутнього фахівця з інформаційної безпеки: самостійне оперування з кількісними та якісними характеристиками інформації, здійснення класифікації сигналів, електричних кіл, вузлів, блоків, використання необхідних інформаційних технологій для практичної оцінки явищ, характеристик електричних кіл, а також до роботи з джерелами інформації.

Для правильної підготовки до практичного заняття студентам рекомендується:

- уважно ознайомитися з темою заняття;
- прочитати конспект лекцій з даної теми;
- ознайомитися з відповідними розділами підручника або навчального посібника;
- ознайомитися з додатковою літературою.

Лабораторне заняття – вид навчального заняття, на якому студент під керівництвом викладача проводить натурні або імітаційні експерименти чи дослідження з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень, набуває практичних навичок роботи з лабораторним обладнанням, оснащенням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, оволодіває методикою експериментальних досліджень в конкретній предметній галузі та обробки отриманих результатів.

Лабораторні заняття проводяться у спеціально оснащених навчальних лабораторіях з використанням обладнання, пристосованого до умов навчального процесу (лабораторних макетів, установок та ін.). Лабораторні заняття можуть проводитися також в умовах реального професійного середовища (на підприємстві, в наукових лабораторіях тощо). Перелік тем лабораторних занять визначається робочою навчальною програмою дисципліни. Заміна лабораторних занять іншими видами навчальних занять не допускається.

Лабораторне заняття включає проведення контролю підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи, виконання власне лабораторних досліджень, оформлення індивідуального звіту про виконану роботу та його захист перед викладачем. Виконання лабораторної роботи оцінюється викладачем. Підсумкова оцінка ставиться в журналі обліку виконання лабораторних робіт і враховується при виставленні семестрової підсумкової оцінки (рейтингу) з даної дисципліни. Наявність позитивних оцінок, одержаних студентом за всі лабораторні роботи, передбачені робочою навчальною програмою, є необхідною умовою його допуску до семестрового контролю по даній дисципліні. Для підготовки до лабораторної роботи, крім наведених вище рекомендацій, студентам необхідно ознайомитись з методичними рекомендаціями до лабораторної роботи.

Консультація – вид навчального заняття, на якому студент отримує від викладача відповіді на конкретні питання або пояснення окремих теоретичних положень чи їх практичного використання. Під час підготовки до екзаменів (семестрових, державних) проводяться групові консультації. Протягом семестру консультації з навчальних дисциплін проводиться за встановленим кафедрою розкладом із розрахунку відповідного часу, що планується на консультації з певної навчальної дисципліни.

1.2. Контрольні заходи

Семестрові екзамени складаються студентами у період екзаменаційних сесій згідно з розкладом, який затверджується проректором з науково-педагогічної роботи і доводиться до викладачів і студентів не пізніше, ніж за місяць до початку сесії. Відхилення від розкладу екзаменів неприпустимо. У разі захворювання екзаменатора завідувач кафедри повинен здійснити його заміну і сповістити про це деканат.

На підготовку студентів до кожного екзамену необхідно планувати не менше 2-3 днів (залежно від семестрового обсягу навчальних годин з дисципліни). Перед кожним екзаменом обов'язково проводиться консультація. Студент не допускається до семестрового контролю з певної дисципліни, якщо він не виконав усіх видів робіт, завдань (лабораторні роботи та певні індивідуальні завдання), передбачених робочим навчальним планом на семестр з цієї навчальної дисципліни, або має незадовільні обидві атестації з

дисципліни (для студентів 1-4 курсів), при цьому викладач в екзаменаційно-заліковій відомості робить запис “не допущений”. Студент, який захворів під час сесії, зобов’язаний повідомити деканат про свою хворобу не пізніше наступного дня після екзамену та в тижневий термін після одужання подати довідку медичного закладу (для студентів денної форми навчання – завірену пунктом охорони здоров’я університету).

Екзамени приймаються лекторами, які викладали курс. У прийманні екзамену можуть брати участь викладачі, які проводили у навчальній групі інші види занять з дисципліни.

Результати складання екзаменів, диференційованих заліків, захистів курсових проектів (робіт) та практик оцінюються за інтегральною шкалою оцінювання.

“А” (90-100) – студент виявляє особисті творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування й нахили.

“В” (82-89) – студент вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв’язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна.

“С” (75-81) – студент вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок.

“D” (64-74) – студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих “E” (60-63) – студент володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні.

“FX” (35-59) – студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

“F” (1-34) – студент володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів, елементів, об’єктів.

У разі отримання незадовільної оцінки, перескладання екзамену (заліку) з дисципліни допускається не більше двох разів. При повторному перескладанні екзамен (залік) у студента може приймати комісія, яка створюється директором інституту (деканом). Оцінка комісії є остаточною. Якщо студент був допущений до складання семестрового контролю, але не з’явився без поважної причини, то вважається, що він використав першу спробу скласти екзамен (залік) і має заборгованість.

Складання екзамену для підвищення позитивної оцінки допускається не більше, ніж з трьох дисциплін за весь період навчання. Дозвіл на це дає директор інституту (декан) на підставі заяви студента за погодженням із

завідувачем відповідної кафедри. Студентам, які одержали під час сесії не більше двох незадовільних оцінок, дозволяється ліквідувати академічну заборгованість. Ліквідація студентами академічної заборгованості проводиться до початку нового семестру.

Загальновизнано, що якісному засвоєнню матеріалу сприяє регулярна робота з літературою, конспектування матеріалу і відвідування занять на протязі семестру. Крім того, конспект дозволяє швидко освіжити в пам'яті необхідну порцію матеріалу, що особливо важливо при підготовці до виконання кваліфікаційних завдань. В зв'язку з цим, наявність конспекту у кожного студента є обов'язковою. Рекомендації по веденню конспектів формулюють викладачі на заняттях.

Відпрацювання матеріалу має стати обов'язковим. Доцільно робити це одразу після заняття, використовуючи рекомендовану літературу. При цьому більша частина отриманої інформації ще не забута і для її засвоєння і запам'ятовування необхідний порівняно невеликий час.

У відповідності з навчальною програмою студенти виконують курсову роботу.

1.3. Курсова робота

Курсова робота з навчальної дисципліни – це індивідуальне завдання, яке передбачає розробку сукупності документів (розрахунково-пояснювальної або пояснювальної записки, при необхідності – графічного, ілюстративного матеріалу), та є творчим або репродуктивним рішенням конкретної задачі, виконаним студентом самостійно під керівництвом викладача згідно із завданням, на основі набутих з даної та суміжних дисциплін знань та умінь.

Курсові роботи сприяють розширенню і поглибленню теоретичних знань, розвитку навичок їх практичного використання, самостійного розв'язання конкретних завдань. Завдання видається на практичному занятті. При цьому викладач пропонує графік виконання складових частин відповідно з графіком вивчення навчального матеріалу, визначає вимоги щодо оформлення роботи. Протягом семестру на вимогу викладача студенти представляють для перевірки та обговорення результатів окремі фрагменти чи частини завдання. Виконану курсову роботу студенти представляють для перевірки за два тижня і захищають.

Захист курсової роботи проводиться прилюдно перед комісією у складі двох викладачів кафедри, в тому числі і керівника курсової роботи. Результати захисту курсової роботи оцінюються за чотирибальною шкалою (“відмінно”, “добре”, “задовільно”, ”незадовільно”). Студент, який без поважної причини не подав курсову роботу у зазначений термін або не захистив її, вважається таким, що має академічну заборгованість. При отриманні незадовільної оцінки студент за рішенням комісії виконує курсову роботу за новою темою або перепрацьовує попередню роботу в 13 термін, визначений деканом (директором інституту).

Вивчення кожного навчального модуля завершується модульним контролем. Результати модульних контролів у семестрі відповідно з діючою системою оцінки знань визначають підсумковий, за семестр, показник успішності студентів.

Цілком зрозуміло, що опанувати матеріалом дисципліни тільки в умовах аудиторних занять, навіть при регулярній активній роботі на них неможливо. Ця обставина урахована тим, що в загальний бюджет часу на вивчення дисципліни включений час на самостійну роботу.

1.4 Самостійна робота

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час. Самостійна робота студента включає: опрацювання навчального матеріалу, виконання індивідуальних завдань, науково-дослідну роботу. Навчальний час, відведений на самостійну роботу студента денної форми навчання, регламентується навчальним робочим планом і повинен складати від 1/2 до 2/3 від загального обсягу навчального часу, відведеного на вивчення конкретної дисципліни. Враховуючи, що тижневе навчальне навантаження студента складає 45 годин, щотижнева самостійна робота повинна складати від 21 до 27 годин. При плануванні часу самостійної роботи студентів рекомендується одна година СРС на кожну лекцію. Для підготовки до: практичного заняття – 1-2 години; лабораторної роботи – 2-3 години; семінарського заняття, модульної контрольної роботи – 2-4 години; екзамену – 16-24 години.

Зміст самостійної роботи студента над конкретною дисципліною визначається робочою навчальною програмою, методичними матеріалами, завданнями та вказівками викладача. Самостійна робота студента забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених робочою навчальною програмою дисципліни: підручниками, навчальними та методичними посібниками, конспектами лекцій, збірниками завдань, комплектами індивідуальних семестрових завдань, практикумами, комп'ютерними навчальними комплексами, методичними рекомендаціями з організації самостійної роботи, виконання окремих завдань та ін., які повинні мати також і електронні версії. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів повинні передбачати можливість проведення самоконтролю з боку студента. Для самостійної роботи студенту також рекомендується відповідна наукова та професійна монографічна і періодична література. Самостійна робота студента по вивченню навчального матеріалу з конкретної дисципліни може проходити в бібліотеці Університету, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також в домашніх умовах. Для забезпечення належних умов роботи студентів, у разі необхідності, ця робота здійснюється за попередньо складеним на факультеті графіком, що гарантує необхідну ритмічність самостійної роботи, а також можливість індивідуального доступу студента до необхідних дидактичних і технічних засобів загального

користування. Графік доводиться до відома студентів на початку навчального семестру.

При організації самостійної роботи студентів з використанням складного обладнання, установок, інформаційних систем (комп'ютерних баз даних, систем автоматизованого проектування, автоматизованих навчальних систем тощо) необхідно забезпечити можливість одержання необхідної консультації або допомоги з боку спеціалістів кафедри. Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння студентом у процесі самостійної роботи, вноситься на підсумковий контроль разом з навчальним матеріалом, що вивчався при проведенні аудиторних навчальних занять.

Індивідуальні завдання з дисципліни (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково- графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час самостійної роботи (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. сприяють більш поглибленому вивченню студентом теоретичного матеріалу, формуванню вмінь використання знань для вирішення відповідних практичних завдань. Види індивідуальних завдань з певних навчальних дисциплін визначаються робочим навчальним планом. Терміни видачі, виконання і захисту індивідуальних завдань визначаються графіком, що розробляється випусковою кафедрою на кожний семестр. Індивідуальні завдання виконуються студентами самостійно із забезпеченням необхідних консультацій з окремих питань з боку викладача. Наявність позитивних оцінок, отриманих студентом за індивідуальні завдання, є необхідною умовою допуску до семестрового контролю з даної дисципліни.

Частина 2. Вимоги до виконання курсової роботи з дисципліни «Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах»

2.1. Загальні вимоги

Робота оформляється на стандартних аркушах формату А4.

Робота має містити титульний аркуш, зміст, вступ, основну частину, висновки, список використаної літератури.

В тексті обов'язково мають бути приведені вихідні розрахункові співвідношення та основні етапи розрахунків, кількісні дані фізичних величин необхідно наводити з одиницями вимірювання.

Основні результати мають бути супроводжені коментарями та висновками.

Графічна частина роботи складається з:

- схеми досліджуваного кола, викресленої в відповідності з вимогами стандартів;
- графіка періодичної послідовності прямокутних імпульсів напруги;
- графіків амплітудно-частотної та фазо-частотної характеристик досліджуваного кола, побудованих з дотриманням масштабу;
- амплітудно-частотних та фазо-частотних спектрів сигналів на вході та виході кола, побудованих з дотриманням масштабу.

Кожна частина роботи повинна містити оцінку отриманих результатів та висновки. Курсову роботу друкують за допомогою принтера на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм) через півтора міжрядкових інтервали до 24 рядків на сторінці, 14-м кеглем, від шрифту Times New Roman.

Текст роботи необхідно друкувати, залишаючи поля таких розмірів: ліве – 20 мм, праве – 10 мм, верхнє – 20 мм, нижнє – 20 мм. Допускається наявність не більше двох виправлень на одній сторінці.

Текст основної частини поділяють на розділи, підрозділи, пункти та підпункти.

Заголовки структурних частин "ЗМІСТ", "ВСТУП", "РОЗДІЛ", "ВИСНОВКИ", "СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ", друкують великими літерами по центру рядка. Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку є кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці у підбір до тексту. В кінці заголовка, надрукованого в підбір до тексту, ставиться крапка.

Відстань між заголовком (за винятком заголовка пункту) та текстом повинна дорівнювати 2 інтервали.

Кожну структурну частину роботи треба починати з нової сторінки.

2.2. Нумерація

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків (малюнків), таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №.

Першою сторінкою роботи є титульний аркуш, який включають до загальної нумерації сторінок. На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, на наступних сторінках номер проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Такі структурні частини, як зміст, вступ, висновки, список використаної літератури, джерела, додатки не мають порядкового номера. Звертаємо увагу на те, що всі аркуші, на яких розміщені згадані структурні частини роботи, нумерують звичайним чином. Не нумерують лише їх заголовки, тобто не можна друкувати: "1. ВСТУП" або "Розділ 6. ВИСНОВКИ". Номер розділу ставлять після слова "РОЗДІЛ", після номера крапку не ставлять, потім з нового рядка друкують заголовок розділу.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається а номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. В кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: "2.3." (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому ж рядку наводять заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. В кінці номера повинна стояти крапка, наприклад: "1.3.2."

(другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім у тому ж рядку наводять заголовок пункту. Пункт може не мати заголовка.

Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

Ілюстрації (фотографії, креслення, схеми, графіки, карти) і таблиці необхідно наводити безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці. Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок. Таблицю, рисунок або креслення, розміри якого більше формату А4, враховують як одну сторінку і розміщують у відповідних місцях після згадування у тексті або в додатках.

Ілюстрації позначають словом "Рис." і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках.

Номер ілюстрації повинен складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рис.1.2 (другий рисунок першого розділу).

Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Якщо в розділі подано одну ілюстрацію, то її нумерують за загальними правилами.

Таблиці нумерують послідовно (за винятком таблиць, поданих у додатках) в межах розділу. В правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис "Таблиця" із зазначеннями номера. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: "Таблиця 1.2" (друга таблиця першого розділу).

Якщо в розділі є лише одна таблиця, її нумерують за загальними правилами.

При перенесенні частини таблиці на інший аркуш (сторінку) слово "Таблиця" і номер її вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова "Продовж, табл." і вказують номер таблиці, наприклад: "Продовж. табл.1.2".

Формули (якщо їх більше однієї) нумерують у межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, між якими ставлять крапку. Номери формул пишуть біля правого поля аркуша на рівні відповідної формули в круглих дужках, наприклад: (3.1) (перша формула третього розділу).

2.3. Ілюстрації

Ілюструвати роботу слід, виходячи із певного загального задуму, за ретельно продуманим тематичним планом, що допомагає уникнути ілюстрацій випадкових, пов'язаних із другорядними деталями тексту і запобігти невиправданим пропускам ілюстрацій до найважливіших тем. Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації.

Назви ілюстрацій розміщують після їхніх номерів. За необхідності ілюстрації доповнюють пояснювальними даними (підрисунковий підпис).

Підпис під ілюстрацією зазвичай має чотири основних елементи:

- найменування графічного сюжету, що позначається скороченим словом "Рис.";
- порядковий номер ілюстрації, який вказується без знаку номера арабськими цифрами;
- тематичний заголовок ілюстрації, що містить текст із якомога стислою характеристикою зображеного;
- експлікацію, яка будується так: деталі сюжету позначають цифрами, які виносять у підпис, супроводжуючи їх текстом.

Основними видами ілюстративного матеріалу є: креслення, технічний рисунок, схема, фотографія, діаграма і графік.

Не варто оформлювати посилання на ілюстрації як самостійні фрази, в яких лише повторюється те, що міститься у підписі. У тому місці, де викладається тема, пов'язана з ілюстрацією, і де читачеві треба вказати на неї, розміщують посилання у вигляді виразу в круглих дужках "(рис.3.1)" або зворот типу: "...як це видно з рис. 3.1" або "... як це показано на рис. 3.1".

2.4. Таблиці

Слово Таблиця 2.3. розміщують над назвою таблиці, праворуч. Кожна таблиця повинна мати назву, яку розміщують над таблицею і друкують симетрично до тексту. Назву наводять жирним шрифтом.

Текст у таблиці варто друкувати кеглем 12 з одинарним інтервалом.

Таблицю розміщують після першого згадування про неї в тексті, так, щоб її можна було читати без повороту переплетеного блоку або з поворотом за стрілкою годинника. Таблицю з великою кількістю рядків можна переносити на наступну сторінку. При перенесенні таблиці на наступну сторінку назву вміщують тільки над її першою частиною. Якщо цифрові або інші дані в якому-небудь рядку таблиці не подають, то в ньому ставлять прочерк.

2.5. Формули

При використанні формул необхідно дотримуватися певних правил. Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, котрі мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова "де" без двокрапки.

Рівняння і формули треба виділяти з тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишити не менше одного вільного рядка.

Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=), або після знаків плюс (+), мінус (-), множення.

Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в наступному тексті, інші нумерувати не рекомендується.

Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формулу взято в рамку, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дроби подають на рівні основної горизонтальної риски формули.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент. Тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації, а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, котрі йдуть одна під одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

Роботи мають бути представлені викладачу в встановленні терміни. Роботи, які не відповідають встановленим вимогам, або містять принципові помилки, повертаються студентів і мають бути перероблені згідно з зауваженнями викладача - рецензента.

Частина 3. Зміст програми навчальної дисципліни «Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах»

3.1. Змістовий модуль 1. Усталені процеси в електричних колах

Метою даного модуля є оволодіння загальними прийомами та навичками в розрахунках електричних кіл. Перші кроки на шляху до знань потребують особливо наполегливої роботи, зокрема надійного запам'ятовування основних термінів, понять, законів, теорем, розрахункових співвідношень тощо, відпрацювання основних прийомів в аналізі та розрахунках.

3.1.1. Структура змістового модуля 1

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
го		л	п	лаб	інд	с.р.		о	л	п	лаб	інд
Тема 1. Основи символічного методу розрахунку електричних кіл	16	2	4	4		6	16	0.5				15.5
Тема 2. Аналіз сталих процесів в електричних колах синусоїдального струму.	30	4	8	8		10	30	0.5	2			27.5
Разом за змістовим модулем 1	46	6	12	12		16	46	1	2			43

3.1.2. Тема 1. Основи символічного методу розрахунку електричних кіл в інформаційному та кіберпросторах

Розглядаються основні поняття та закони електричних кіл, основні характеристики пасивних елементів, параметри синусоїдального струму, символічний метод розрахунку електричних кіл як загальноприйнятий метод розрахунку кіл гармонічного струму.

Основні питання

1. Електричне коло: визначення, склад, класифікація елементів.
2. Основні характеристики пасивних елементів.
3. Джерела електричної енергії.
4. Елементи топології електричних кіл.
5. Синусоїдальний струм і його характеристики.
6. Подання синусоїдальних коливань комплексними числами.

Завдання на самостійну роботу

1. Основні правила дій з комплексними числами.
2. Елементи топології електричних схем.
3. Комплексні зображення гармонічних функцій.
4. Часові та векторні діаграми.

Питання для самоконтролю

1. За якими ознаками та як класифікують електричні кола, позначення елементів електричних кіл.
2. Сформулюйте визначення гілки, вузла, контуру електричного кола.

3. Визначення джерела ЕРС і струму, характеристики та властивості ідеального та реального джерел.
4. Що значить розрахувати електричне коло?
5. Які параметри характеризують гармонічне коливання?

Література

1. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины.-2012. с.26-42, 82-89.
2. Попов В. П. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 1985., с.7-54.
3. Бакалов В.П. Основы теории электрических цепей и электроники. М.: Радио и связь, 1989.,с. 37-42.
4. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.7-16, 43-48.

3.1.3. Тема 2. Аналіз сталих процесів в електричних колах гармонічного струму

Розглядаються усталені процеси в колах першого порядку при послідовному та паралельному включенні r - L та r - C елементів, усталені процеси в колах другого порядку при послідовному включенні r , L , C елементів. Розглядаються усталені процеси в колах другого порядку при паралельному включенні r , L , C елементів.

Основні питання

1. Комплексний опір і комплексна провідність електричного кола.
2. Основні відомості про розрахунок електричного кола.
3. Закони Ома й Кирхгофа в комплексній формі.
4. Сутність символічного методу розрахунку електричних кіл синусоїдального струму (методу комплексних амплітуд).
5. Електричні кола з послідовним з'єднанням елементів.
6. Еквівалентні перетворення електричних схем з послідовним з'єднанням елементів.
7. Дільники напруги.
8. Електричні кола з паралельним з'єднанням елементів.
9. Еквівалентні перетворення схем з паралельним з'єднанням елементів.
10. Дільники струму.
11. Потужність у колі синусоїдального струму.
12. Баланс потужностей.
13. Умови передачі максимальної потужності від джерела в навантаження

Завдання на самостійну роботу

1. Комплексна схема заміщення електричного кола.
2. Потужність в колі синусоїдального струму.
3. Процеси в електричних колах з одним елементом – опором, ємністю, індуктивністю.
4. Електричні кола з одним елементом: опором, ємністю, індуктивністю.
5. Еквівалентні перетворення схем з послідовним з'єднанням елементів.
6. Дільники напруги.
7. Еквівалентні перетворення схем з паралельним з'єднанням елементів.
8. Дільники струму.
9. Еквівалентні перетворення джерел живлення.

Питання для самоконтролю

1. Які форми запису можна використати для представлення комплексного опору?
2. Фізичний зміст повного опору (провідності), як обчислити повний опір (провідність), активна і реактивна його частина.
3. Записати закон Ома, перший і другий закон Кірхгофа в комплексній формі та сформулювати його.
4. Що називається повною, активною, реактивною потужністю кола?
5. Як розрахувати струм та напругу на елементах послідовного r, L, C - кола?
6. Як будуються векторні діаграми напруг для послідовного r, L - , r, C - , r, L, C - кола?
7. Порядок застосування дільника напруги.
8. Записати в комплексній формі рівняння електричного кола з паралельним з'єднанням r, L, C елементів.
9. Правила еквівалентних перетворень в схемі електричного кола з паралельним з'єднанням елементів.
10. Побудова векторних діаграм для ділянок кола з паралельним з'єднанням елементів.
11. Правила еквівалентних перетворень джерела живлення одного виду в джерело живлення іншого виду.
12. Яке електричне коло називається дільником струму, в яких випадках застосовують дільники струму?

Література

1. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с. 92-112, 116-125.
2. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.50-63.

Теми практичних занять модуля 1

№ з/п	Тема	Годин
1	Вивчення топології електричних кіл та параметрів перемінного струму.	2
2	Розрахунок електричних кіл постійного току з послідовним, паралельним і змішаним з'єднанням	2
3	Розрахунок електричних кіл з послідовним з'єднанням елементів символічним методом	4
4	Розрахунок електричних кіл з паралельним з'єднанням елементів символічним методом	2
5	Модульний контроль № 1	2

Теми лабораторних занять модуля 1

№ з/п	Тема	Годин
1	Методика експериментальних досліджень електричних кіл за допомогою системи схемотехнічного моделювання Electronics Workbench	2
2	Дослідження елементів електричного кола при постійному струмі.	2
3	Дослідження електричних кіл з послідовним з'єднанням елементів	2
4	Дослідження елементів кола при змінному струмі	2
5	ЛБ5 Дослідження процесів в електричному колі синусоїдального струму	2

3.2. Змістовий модуль 2. Частотні властивості лінійних електричних кіл

Даний модуль містить інформацію про частотні властивості електричних кіл, методи та способи їх виявлення та дослідження, а також про варіанти практичного використання частотних властивостей в пристроях та системах технічного захисту інформації. Формулюється загальний підхід щодо аналізу частотних властивостей електричних кіл, вводиться апарат частотних характеристик, з'ясовуються частотні властивості поширених типових електричних кіл.

3.2.1. Структура змістового модуля 2

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		го	л	п	лаб	інд		с.р.	о	л	п	лаб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семестр 1						Семестр 1						
Змістовий модуль 2. Частотні властивості лінійних електричних кіл.												
Тема 3. Частотні характеристики лінійних електричних кіл першого порядку.	17	2	4	4		7	17	0.5	2	1		13.5
Тема 4. Частотні характеристики лінійних електричних кіл другого порядку.	29.5	3	8	8		10.5	29.5	1	2	1		25.5
Тема 5. Електричні фільтри	1.5	1				0.5	1.5	0.5				1
Разом за змістовим модулем 2	48	6	12	12		18	48	2	4	2		40

3.2.2. Тема 3. Частотні характеристики лінійних електричних кіл першого порядку.

Розглядаються комплексна функція та частотні характеристики лінійних електричних кіл першого порядку. Розглядаються приклади розрахунку комплексних функцій та частотних характеристик електричних кіл, частотні характеристики r - C та r - L кіл. Аналізуються частотні властивості кіл першого порядку.

Основні питання

1. Комплексна функція електричного кола: визначення й класифікація.
2. Частотні характеристики електричних кіл, визначення й класифікація.
3. Частотні характеристики rC -кіл.
4. Частотні характеристики rL -кіл.
5. Якісний аналіз і побудова графіків амплітудно-частотних характеристик.

Завдання на самостійну роботу

1. Комплексна функція: визначення, класифікація, форми запису.
2. Частотні характеристики: визначення, класифікація, графіки.

3. Частотні характеристики RC-кіл.
4. Частотні характеристики RL-кіл.
5. Розрахунок комплексних функцій та частотних характеристик розгалужених електричних кіл.
6. Аналіз частотних властивостей кіл першого порядку.

Питання для самоконтролю

1. Що називається комплексною функцією лінійного електричного кола?
2. За якими ознаками та як класифікують комплексні функції?
3. Види частотних характеристик, їх визначення та фізичний зміст.
4. Основні прийоми розрахунку комплексних функцій простих та розгалужених кіл.
5. Що розуміють під частотною фільтрацією коливань?
6. Визначення "смуги пропускання" електричного кола.
7. Записати співвідношення для комплексного коефіцієнта передачі напруги для типових кіл першого порядку.
8. Як обчислюють сталу часу електричних кіл першого поряд і як впливає стала часу на фільтруючі властивості кіл ?
9. В чому полягає якісна побудова частотних характеристик кіл першого порядку на основі аналізу фізичних процесів?

Література

1. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с.278-281, 304-313.
2. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.88-90, 94-100.

3.2.3. Тема 4. Частотні характеристики лінійних електричних кіл другого порядку

Розглядаються частотні властивості послідовного коливального контуру. Умови резонансу напруг. Первинні і вторинні параметри. Частотні характеристики паралельного коливального контуру. Резонансні й настроюванні характеристики. Складні коливальні контури. Зв'язані коливальні контури. Виявити особливості процесів, що відбуваються в послідовному, паралельному та зв'язаних коливальних контурах, визначити їх основні параметри та частотні властивості, а також вплив зовнішніх кіл на характеристики контуру. З'ясувати фільтруючі властивості контурів.

Основні питання

1. Умови та ознаки резонансу напруг послідовного коливального контуру.
2. Первинні та вторинні параметри послідовного коливального контуру.
3. Комплексні функції та частотні характеристики послідовного коливального контуру
4. Резонансні характеристики послідовного коливального контуру.
5. Полоса пропускання послідовного коливального контуру.
6. Коефіцієнт прямокутності резонансної характеристики послідовного коливального контуру.
7. Визначення й умови резонансу паралельного коливального контуру.
8. Комплексна вхідна функція паралельного коливального контуру.
9. Резонансні характеристики паралельного коливального контуру.
10. Застосування коливальних контурів.

Завдання на самостійну роботу

1. Умови та ознаки резонансу напруг в послідовному коливальному контурі.
2. Первинні та вторинні параметри послідовного коливального контуру.
3. Комплексні функції та частотні характеристики послідовного контуру.
4. Резонансні характеристики послідовного контуру.
5. Смуга пропускання.
6. Коефіцієнт прямокутності амплітудно-частотної характеристики.
7. Вплив зовнішніх кіл на частотні характеристики послідовного контуру.
8. Умови та ознаки резонансу струмів в паралельному коливальному контурі.
9. Первинні та вторинні параметри паралельного коливального контуру.
10. Резонансні характеристики паралельного коливального контуру.
11. Вплив зовнішніх кіл на частотні характеристики.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає умова виникнення і ознаки резонансу в послідовному коливальному контурі?
2. Назвати, сформулювати визначення та записати розрахункові формули для вторинних параметрів послідовного контуру.
3. Як впливають первинні параметри на частотні характеристики послідовного контуру?
4. Побудувати якісно (без дослідження аналітичних співвідношень) амплітудно-частотні характеристики відносно коефіцієнта передачі напруги на елементах контуру.
5. Що називається резонансними характеристиками послідовного контуру?
6. Як резонансні характеристики зв'язані з амплітудно-частотними характеристиками?

7. На які параметри послідовного коливального контуру і як впливають опір навантаження та внутрішній опір джерела?
8. Найпоширеніші використання послідовного коливального контуру.
9. В чому полягає умова резонансу і ознаки паралельного коливального контуру?
10. Чому резонанс в паралельному коливальному контурі називають резонансом струмів?
11. Як практично можна настроїти паралельний контур в резонанс?
12. Вторинні параметри паралельного контуру: визначення, розрахункові формули.
13. Побудувати якісно резонансні характеристики паралельного контуру.
14. Як впливають зовнішні кола на добротність контуру?
15. Як розрахувати смугу пропускання навантаженого контуру?
10. Які контури називають складними?
11. Як розраховують параметри складних контурів?
12. В чому полягають подібність і відзнака простого і складних контурів?
13. Найпоширеніші використання паралельних коливальних контурів.

Література

1. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с.302-304, с.313-325.
2. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.106-124.

3.2.4. Тема 5. Електричні фільтри

Розглядаються загальні відомості про електричні фільтри, аналізуються схеми електричних фільтрів. Вивчаються такі параметри фільтрів, як характеристичний опір, характеристична постійна передачі, полоса пропускання і затримування.

Основні питання

1. Фільтрація коливань в електричних колах.
2. Загальні відомості про електричні фільтри.
3. Класифікація та схеми електричних фільтрів.
4. Параметри фільтрів.
5. Застосування електричних фільтрів.

Завдання на самостійну роботу

1. Перетворення частоти.

2. Фільтри верхніх частот.
3. Смугові й фільтри, що загороджують.

Питання для самоконтролю

1. Які фільтри називаються реактивними?
2. Які ланки електричних фільтрів можуть мати фільтруючі властивості?
3. Перелічіть основні характеристики електричних фільтрів.
4. Дайте визначення смуги пропускання й смуги затримування електричного фільтра.
5. Сформулюйте визначення фільтра нижніх частот і фільтра верхніх частот.
6. Сформулюйте визначення смугового фільтра й фільтра, що загороджує.

Література

1. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с.412-423.
2. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.206-219.

Теми практичних занять модуля 2

№ з/п	Тема	Годин
1	Розрахунок частотних характеристик лінійних електричних кіл першого порядку	2
2	Розрахунок частотних характеристик лінійних електричних кіл першого порядку (частина 2 курсової роботи)	2
3	Розрахунок вторинних параметрів послідовного коливального контуру	4
4	Модульний контроль № 2	2

Теми лабораторних занять модуля 2

№ з/п	Тема	Годин
1	2	3
1	Дослідження частотних характеристик інтегруючого r - C кола	2
2	Дослідження частотних характеристик диференціюючого r - L кола	2
3	Дослідження частотних характеристик диференціюючого r - C кола	2

1	2	3
4	Дослідження частотних характеристик послідовного коливального контуру	2
5	Дослідження частотних характеристик паралельного коливального контуру	2

3.3. Змістовий модуль 3. Основи теорії сигналів

Метою даного модуля є вивчення електричних сигналів та їх спектрів, впливу параметрів сигналу на його частотні спектри. Вивчаються спектри періодичних та неперіодичних сигналів, спектри пачок імпульсів, сигнали з амплітудною модуляцією та їх спектри, сигнали з кутовою модуляцією та їх спектри.

3.3.1. Структура змістового модуля 3

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усьо го	у тому числі					усьог о	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семестр 1						Семестр 1						
Змістовий модуль 3. Основи теорії сигналів.												
Тема 6. Електричні сигнали та їх спектри.	17	3	4	4		6	17	1	2			14
Тема 7. Спектральний аналіз процесів в електричних колах.	8	1	2	2		3	8	0.5	2	2		3.5
Тема 8. Основні властивості нелінійних електричних кіл	3	2				1	3	0.5				2.5
Разом за змістовим модулем 3	28	6	6	6		10	28	2	4	2		20

3.3.2. Тема 6. Електричні сигнали та їх спектри

Класифікація електричних сигналів. Способи аналітичного уявлення сигналів в часовій та частотній областях. Перетворення Фур'є. Основні властивості перетворення Фур'є. Амплітудно-частотний спектр. Фазочастотний спектр. Частотні спектри періодичної послідовності прямокутних імпульсів. Вплив параметрів сигналу на його частотні спектри. Спектри одиночних сигналів. Сигнали з амплітудною модуляцією. Енергетичний спектр. Сигнали з кутовою модуляцією.

Основні питання

1. Загальні відомості про електричні сигнали.
2. Класифікація електричних сигналів.
3. Способи аналітичного подання сигналів.
4. Спектри періодичної послідовності прямокутних відео імпульсів.
5. Основні види модуляції.
6. Сигнали з амплітудною модуляцією.
7. Спектри сигналів з амплітудною модуляцією (АМ).
8. Сигнали з фазовою модуляцією (ФМ).
9. Сигнали із частотною модуляцією (ЧМ).
10. Спектральний спосіб описання неперіодичних сигналів.
11. Спектр $\delta(t)$ -функції.
12. Спектр одиничної функції.
13. Спектр прямокутного відео імпульсу.
14. Спектр прямокутного радіоімпульсу.

Завдання на самостійну роботу

1. Основні властивості перетворення Фур'є.
2. Спектри періодичної послідовності прямокутних радіоімпульсів.
3. Спектри пачок імпульсів.
4. Вплив параметрів сигналу на його частотні спектри.
5. Енергетичний спектр.

Питання для самоконтролю

1. Зобразити спектри періодичної послідовності прямокутних відео імпульсів.
2. Як впливає шпаруватість на спектри періодичної послідовності прямокутних відео імпульсів?
3. У чому полягає сенс амплітудної модуляції?
4. Зобразити спектр АМ коливання при одно тональній модуляції.
5. Як залежить ширина спектру АМ коливання у разі складного керуючого сигналу?
6. У чому полягає сенс кутової модуляції?
7. Зобразити спектр при тональній модуляції для ЧМ і ФМ коливань.
8. У чому полягає спектральний спосіб описання неперіодичних сигналів.

Література

1. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.292-352.

3.3.3. Тема 7. Спектральний аналіз процесів в електричних колах

Спектральний метод аналізу проходження сигналів крізь електричні кола. Проходження сигналів з дискретним спектром скрізь лінійні електричні кола. Проходження сигналів з суцільним спектром. Диференціювання та інтегрування сигналів. Зв'язок між частотними та часовими характеристиками. Умови проходження сигналів через електричне коло без викривлення.

Основні питання

1. Сутність спектрального методу аналізу проходження сигналів.
2. Проходження сигналів з дискретним спектром скрізь лінійні електричні кола.
3. Проходження сигналів з суцільним спектром.
4. Диференціювання та інтегрування сигналів.
5. Зв'язок між частотними та часовими характеристиками.

Завдання на самостійну роботу

1. Умови проходження сигналів через електричне коло без викривлення.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає сутність спектрального методу аналізу проходження сигналів?
2. Як розрахувати спектри сигналу на виході електричного кола?
3. У чому полягає диференціювання та інтегрування сигналів.
4. Які умови проходження сигналів через електричне коло без викривлення?

Література

1. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.352-377.

3.3.4. Тема 8. Основні властивості нелінійних електричних кіл

Характеристики нелінійних елементів. Апроксимація характеристик. Реакція нелінійного елемента на гармонічну дію. Перетворення спектрів сигналів в нелінійних електричних колах (множення частоти, гетеродинування, амплітудна модуляція та детектування).

Основні питання

1. Особливості нелінійних кіл і області їхнього застосування.
2. Класифікація нелінійних елементів.
3. Апроксимація характеристик нелінійних елементів.
4. Поняття про методи розрахунку нелінійних електричних кіл.
5. Множення частоти в нелінійних колах.
6. Перетворення частоти.
7. Амплітудна модуляція.

Завдання на самостійну роботу

1. Детектування амплітудно-модульованих коливань.

Питання для самоконтролю

1. Визначення нелінійних кіл та їхня класифікація.
2. Області застосування нелінійних кіл.
3. Особливості нелінійних кіл.
4. Апроксимація характеристик нелінійних елементів ступіневим поліномом.
5. Кусочно-лінійна апроксимація.
6. Графічний метод розрахунку нелінійних кіл.
7. Аналітичний метод розрахунку нелінійних кіл.
8. Множення частоти в нелінійних колах.
9. Перетворення частоти в нелінійних колах.
10. Амплітудна модуляція в нелінійних колах.
11. Детектування амплітудно-модульованих коливань.

Література

1. Карташов Р.П., Медведєв А.П. Теорія електрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (електронна бібліотека ун-та), с.458-470.
2. Бондаренко В.Н. Основи теорії цепей. К.: Інститут електродинаміки НАН України, 2012, с.434-490.

Теми практичних занять модуля 3

№ з/п	Тема	Годин
1	Розрахунок спектру періодичного сигналу	2
2	Розрахунок спектру періодичного сигналу на виході електричного кола. Розрахунок спектрів сигналів з амплітудної модуляції	2
3	Модульний контроль № 3	2

Теми лабораторних занять модуля 3

№ з/п	Тема	Годин
1	Дослідження спектру періодичного сигналу	2
2	Дослідження сигналу з амплітудною модуляцією	2
3	Дослідження змін спектрів сигналів при проходженні сигналів через лінійні електричні кола	2

3.4 Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в лінійних електричних колах.

Якісне засвоєння матеріалу даного модуля – це, по суті, оволодіння загальними методами розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах. Це потребує особливо наполегливої роботи, зокрема надійного запам'ятовування порядку розрахунку класичним методом, відпрацювання основних етапів розрахунку в аналізі перехідних процесів.

3.4.1. Структура змістового модуля 4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		го	л	п	лаб	інд		с.р.	о	л	п	лаб
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семестр 1						Семестр 1						
Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в лінійних електричних колах.												
Тема 9. Класичний метод аналізу перехідних процесів в лінійних електричних колах.	10	2	2	2		4	10	0.4	1	1		7.6
Тема 10. Перехідні процеси в колах другого порядку.	12	2	2	4		4	12	0.3	1	1		9.7
Тема 11. Операторний метод аналізу перехідних процесів. Операторні передавальні функції	6	2	2			2	6	0.3				5.7
Разом за змістовим модулем 4	28	6	6	6		10	28	1	2	2		23

3.4.2. Тема 9. Класичний метод аналізу перехідних процесів в лінійних електричних колах

Розглядаються основні етапи розрахунку перехідних процесів класичним методом при аналізі лінійних електричних кіл першого порядку.

Основні питання

1. Перехідні процеси в нерозгалужених колах першого порядку
2. Вільні напруги і струми в нерозгалужених колах першого порядку
3. Перехідні процеси в нерозгалужених колах першого порядку з джерелом постійної напруги
4. Перехідні процеси в нерозгалужених колах першого порядку с джерелом постійної напруги.
5. Перехідні процеси в нерозгалужених колах першого порядку с джерелом синусоїдальної напруги.

Завдання на самостійну роботу

1. Перехідні процеси в розгалужених колах першого порядку

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення сталим і перехідному процесам.
2. Назвіть сутність класичного методу аналізу перехідних процесів в електричних колах.
3. Причини виникнення перехідних процесів в електричних колах.
4. Що називають комутацією кола і як її позначають?
5. Поясніть закони комутації.
6. Що таке залежні і незалежні початкові умови при розрахунку перехідних процесів?
7. Що таке вільна складова перехідного процесу?
8. Що називається примушеній складовій перехідного процесу?
9. Запишіть у загальному виді рівняння перехідного процесу для кола першого порядку.
10. Як експериментально визначити постійну часу кола?
11. Алгоритм розрахунку перехідних процесів класичним методом.
12. Чим визначається порядок електричного кола?
13. Основні етапи алгоритму класичного метода.
14. За якою формулою записати напругу на ємності, опорі?
15. Який закон комутації використовується при розрахунку струмів і напруг в RC - колі у перехідному режимі?
16. Коли виникають вільні процеси в RC , RL - колі?
17. Який характер носять вільні коливання?
18. Як змінюється амплітуда вільних коливань на протязі часу?

19. Від чого залежить характер і тривалість перехідного процесу?
20. Стала часу в RC , RL - колі.
21. Який зв'язок між коренем характеристичного рівняння та сталою часу?
22. Записати загальне рішення однорідного рівняння.
23. Від чого залежить характер і тривалість перехідного процесу?

Література

1. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.251-262.
2. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с.147-174.

3.4.3. Тема 10. Перехідні процеси в колах другого порядку

Розглядаються основні етапи розрахунку перехідних процесів класичним методом при аналізі лінійних електричних кіл другого порядку.

Основні питання

1. Режими перехідних процесів в колах другого порядку.
2. Вільний процес в нерозгалуженому колі другого порядку.
3. Вплив параметрів електричного кола на характер перехідних процесів.
4. Параметри вільних коливань.
5. Аналіз перехідних процесів в колах другого порядку.
6. Вільний процес в нерозгалуженому колі другого порядку.
7. Загальні співвідношення для розрахунку струму та напруг в перехідному режимі.
8. Вплив параметрів елементів електричного кола на характер перехідних процесів.
9. Режими перехідних процесів в колах другого порядку.
10. Параметри вільних коливань.
11. Стала часу та тривалість перехідних процесів.
12. Процеси при підключенні до кола другого порядку джерела постійної напруги.

Завдання на самостійну роботу

1. Перехідні процеси в колах другого порядку при підключення до джерела змінної напруги.
2. Перехідні процеси в розгалужених колах другого порядку.

Питання для самоконтролю

1. Як визначити порядок електричного кола?
2. Запишіть у загальному виді рівняння перехідного процесу для кола першого порядку.
3. Зобразите графік аперіодичного перехідного процесу в колі другого порядку.
4. Зобразите графік коливального перехідного процесу в колі другого порядку.
5. Назвіть параметри вільних коливань.
6. Як впливає величина активного опору на характер перехідного процесу?
7. Записати загальне рішення диференціального рівняння.
8. Як знаходять примушену і вільну складову?
9. Постійна інтегрування.
10. Скільки коренів характеристичного рівняння можна визначити в колах другого порядку.
11. Від чого залежить характер перехідного процесу в коливальному контурі?
12. Які розрізняють типи (варіанти) коренів характеристичного рівняння?
13. Назвати режими перехідних процесів в колах другого порядку.
14. Визначення аперіодичного режиму і умова його виникнення.
15. Визначення коливального (періодичного) режиму і умова його виникнення.
16. Назвати параметри вільних коливань.
17. Як визначити тривалість перехідного процесу аперіодичного режиму?
18. Як визначити тривалість перехідного процесу періодичного режиму?
19. Від чого залежить тривалість перехідного процесу?
20. Визначення частоти вільних коливань. Від чого вона залежить?
21. Визначення сталої часу коливального контуру.
22. Визначення коефіцієнту загасання.

Література

1. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с. 262-272.
2. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с. 174-194.

3.4.4. Тема 11. Операторний метод аналізу перехідних процесів

Розглядаються основні етапи розрахунку перехідних процесів операторним методом при аналізі лінійних електричних кіл. Вивчення та засвоєння властивостей та теорем перетворень Лапласа. Оволодіння студентами операторним методом розрахунку перехідних процесів в лінійних електричних колах.

Основні питання

1. Загальні відомості про операторний метод аналізу
2. Основні властивості та теореми перетворення Лапласа.
3. Порядок розрахунку перехідних процесів операторним методом.
4. Операторні функції електричних кіл.

Завдання на самостійну роботу

1. Операторні схеми заміщення пасивних елементів.
2. Операторна еквівалентна схема електричного кола.
3. Закони Ома та Кірхгофа в операторній формі.
4. Порядок розрахунку перехідних процесів операторним методом.
5. Перехід від операторних зображень до оригіналів.

Питання для самоконтролю

1. Пряме і зворотне перетворення Лапласа.
2. Класифікувати властивості перетворення Лапласа.
3. Теорема диференціювання, інтегрування, запізнювання оригінала, зміщення зображення, згортання, розкладання.
4. Операторні схеми заміщення опора, індуктивності, ємності при нульових початкових умовах.
5. Операторні схеми заміщення опора, індуктивності, ємності при ненульових початкових умовах.
6. Операторні схеми заміщення джерела живлення напруги та струма.
7. Записати закон Ома, закони Кірхгофа в операторній формі
8. Алгоритм розрахунку перехідних процесів операторним методом.
9. Визначення та класифікація операторних функцій.
10. Зв'язок операторних функцій з комплексними функціями.
11. Властивості операторних функцій.
12. Аналіз перехідних процесів з використанням операторних функцій.
13. Зв'язок операторних функцій з часовими характеристиками.
14. Яка функція називається операторною, класифікація?
15. Нулі і полюси операторної функції.
16. Чим визначається операторна функція лінійного електричного кола?
17. Вхідні і передаточні операторні функції.
18. Зв'язок операторної функції з комплексними функціями.
19. Властивості операторних функцій.
20. Зв'язок операторних функцій з часовими характеристиками

Література

1. Карташов Р.П., Медведев А.П. Теория электрорадиоцепей; Под ред. А.М.Широкова. - М.: Воениздат, 1980. (электронная библиотека ун-та), с.377-402.
2. Бондаренко В.Н. Основы теории цепей. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2012, с.248-278.

Теми практичних занять модуля 4

№ з/п	Тема	Годин
1	Розрахунок перехідних процесів в електричних колах	2
2	Захист курсових робіт	2
3	Модульний контроль № 4	2
4	КМК	2

Теми лабораторних занять модуля 4

№ з/п	Тема	Годин
1	Дослідження вільних перехідних процесів в rC -колі	2
2	Захист курсових робіт	2
3	Дослідження вільних перехідних процесів в rL -колі	2
4	Дослідження вільних перехідних процесів в rLC -колі	4

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Положення про планування та облік основних видів роботи науково-педагогічних працівників Державного університету телекомунікацій, ДУТ 2015.
2. Положення про організацію освітнього процесу у ДУТ.
3. Положення про кафедру Державного університету телекомунікацій ДУТ 2016.
4. Методичні рекомендації по розробці та застосуванню рейтингових систем оцінювання успішності студентів.
5. Толюпа С.В., Труш О.В. Компонентна база систем технічного захисту інформації: навчальний посібник. - К.: Логос, 2014. – 145 с.
6. Робоча програма навчальної дисципліни «Теорія кіл і сигналів в інформаційному та кіберпросторах»

ДОДАТКИ

Додаток 1. Фізичні величини та їх одиниці

Фізична величина

Фізичною величиною називається властивість, спільна в якісному відношенні у багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальна в кількісному відношенні у кожного з них.

В цьому визначенні необхідно звернути увагу на дві його особливості :

1) Фізична величина – це **одна** властивість певної множини об'єктів матеріального світу, яка є **якісною** узагальненою характеристикою всіх об'єктів цієї множини;

2) Індивідуальність цієї властивості полягає в тому, що вона може бути виміряна, тобто має кількісне значення, притаманне кожному окремому об'єкту множини.

Звідси також зрозуміло, що для характеристики одного і того ж об'єкту, який має багато різних властивостей, необхідно використовувати і відповідну кількість фізичних величин. Наприклад, один і той же об'єкт може мати такі різні властивості, як довжина, маса, об'єм та ін.

Фізичні величини в науці і техніці займають надзвичайно важливе місце, оскільки тільки з їх введенням і використанням з'являється можливість досліджувати фізичні процеси, явища, матеріальні об'єкти, тощо.

Головною рисою фізичних величин є їх **вимірюваність**. Іншими словами, всі властивості матеріальних об'єктів, які можна виміряти, необхідно відносити до фізичних величин.

Саме вимірюваність фізичних величин і визначає їх особливе місце в науці і техніці, оскільки без вимірювань розвиток науки і техніки уявити неможливо.

З іншого боку, якщо існують фізичні величини, то, згідно з логікою, повинні бути і нефізичні величини.

До таких величин можуть бути віднесені ті властивості фізичних об'єктів, виміряти які об'єктивно неможливо. Наприклад, як виміряти розум людини, її релігійність, патріотизм, і т. п.

Для зручності користування фізичні величини розрізняють за родом, розміром, розмірністю, найменуванням, позначенням, їх об'єднують в **системи**. Все це регламентується міжнародними угодами, а також державними стандартами та іншими нормативними документами системи забезпечення єдності вимірювань.

Рід фізичної величини

Родом фізичної величини називають її якісну означеність.

За родом фізичні величини поділяються на однорідні і неоднорідні.

До однорідних відносяться фізичні величини, які мають одну й ту саму спільну властивість і відрізняються між собою тільки кількісно. Наприклад, довжина, діаметр, товщина, висота відносяться до одного роду – “довжина”; швидкість руху автомобіля, швидкість поширення звуку відносяться до одного роду – “швидкість”.

До неоднорідних відносяться фізичні величини, якими визначаються різні властивості навіть одного і того ж об’єкта.

Так, неоднорідними є такі фізичні величини, як частота і період коливань, сила струму і напруга, довжина шляху і швидкість, з якою він пройдений.

Якщо виникають сумніви в тому, однорідні це фізичні величини чи неоднорідні, то тоді необхідно визначити одиниці їх вимірювання, оскільки однорідні фізичні величини вимірюються в одних і тих же одиницях, а неоднорідні – в різних.

Однорідні фізичні величини необхідно позначати однаковими літерами, а розрізняти їх за допомогою індексів. Наприклад, U_1 , U_2 , U_3 – напруги в різних електричних колах – однорідні фізичні величини.

Неоднорідні фізичні величини позначаються різними літерами. Наприклад, F – частота, T – період, U – напруга, I – сила струму - неоднорідні фізичні величини.

Розмір і значення фізичної величини

Розміром фізичної величини називається її кількісний вміст в даному об’єкті.

Іншими словами, розміром фізичної величини є кількісний вміст в даному матеріальному об’єкті властивості, що відповідає поняттю “фізична величина”. Звідси стає зрозумілим, що не можна використовувати термін “величина” як кількісну характеристику даної властивості, наприклад, величина потужності, напруги, маси. Тут треба застосовувати вирази “значення напруги” або “розмір маси”, так як і “потужність”, і “маса”, і “напруга” самі по собі вже є фізичними величинами.

Розмір фізичної величини існує об’єктивно, незалежно від того, знаємо ми його чи не знаємо, можемо виміряти чи не можемо.

Метою вимірювання і є числове визначення розміру фізичної величини. Важливо звернути увагу на те, що один і той же розмір фізичної величини може мати різне числове значення, оскільки воно залежить від вибраної одиниці вимірювання. Так, наприклад, потужність генератора може бути 100 Вт або 0,1 кВт.

Оцінкою розміру фізичної величини X , як показано в (1), є добуток числа q і однойменної одиниці фізичної величини .

Оскільки розмір фізичної величини не залежить від вибраного розміру одиниці, то числове її значення буде тим більше, чим менший розмір вибраної одиниці вимірювання.

Значення фізичної величини – її відображення у вигляді числового значення з позначенням одиниці вимірювання. Воно є результатом закінченого вимірювання.

Розмірність фізичної величини

Розмірність фізичної величини – вираз, що відображає її зв'язок з основними величинами прийнятої системи.

Системою фізичних величин називається сукупність величин, пов'язаних між собою певними залежностями.

В кожній системі є декілька незалежних основних фізичних величин.

Всі інші фізичні величини системи визначаються через основні і називаються похідними.

Кожній основній фізичній величині відповідає своя розмірність, яка позначається однією літерою (символом), наприклад: L – довжина, M – маса, T – час, I – сила струму, Θ – термодинамічна температура, N – кількість речовини, J – сила світла.

За міжнародним стандартом ISO 31/0-74, розмірність похідної величини X в загальному вигляді визначається як добуток розмірностей основних величин, піднесених до відповідних степенів :

$$\dim X = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\varepsilon N^\xi J^\eta, \quad (1)$$

де \dim – знак розмірності (скорочення англійського слова dimension - розмірність);

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \xi, \eta$ – показники степенів цілі (від'ємні або додатні) числа.

Коефіцієнти пропорційності у виразі (1) завжди приймаються рівними одиниці.

Дуже часто найменування одиниці фізичної величини помилково називають її розмірністю.

Наприклад, у виразі 100 м/с поряд з числом вказано найменування одиниці фізичної величини – “швидкості”.

Розмірність “швидкості” визначається так :

$$\dim v = \dim s/t = L T^{-1}$$

За допомогою розмірності легко перевірити правильність написання формул, що зв'язують різні фізичні величини.

Наприклад, треба перевірити справедливість виразів

$$s = v t \quad (2)$$

$$s = v^2/g, \quad (3)$$

де g – прискорення вільного падіння.

$$\dim s = \dim v t = \frac{L}{T} T = L.$$

$$\dim s = \dim v^2/g = \frac{L^2}{T^2} \frac{T^2}{L} = L$$

Розмірності співпали, тобто вирази (2) і (3) справедливі.

Контроль розмірності базується на такому правилі : рівняння записано правильно, якщо розмірності його правої і лівої частини однакові.

Безрозмірнісні фізичні величини

Розмірнісними фізичними величинами називають такі величини, в розмірностях яких розмірність хоча б однієї з основних величин піднесено до степені, що не дорівнює нулю.

Якщо ж у виразі розмірності показники степені основних одиниць дорівнюють нулю, то такі фізичні величини є безрозмірнісними. Наприклад, безрозмірнісними величинами є всі відносні величини, такі як коефіцієнт трансформації, коефіцієнт корисної дії та ін.

Так, коефіцієнт трансформації напруги $K_U = U_2/U_1$.

Тоді

$$\dim K_U = L^2 M T^3 I^1 / L^2 M T^3 I^1 = L^0 M^0 T^0 I^0 = 1$$

До безрозмірнісних необхідно віднести і логарифмічні величини, такі як рівень звукового тиску, рівень ослаблення, коефіцієнт підсилення та ін.

Необхідно визначити, що одну і ту ж розмірність можуть мати фізичні величини, що відрізняються між собою як якісно, так і записом рівняння, що їх визначає. Наприклад, одну і ту ж розмірність має робота, що визначається за формулою $A = F l$, і кінетична енергія $E_K = m v^2 / 2$, тобто $\dim A = \dim E_K = L^2 M T^2$.

Найменування і позначення фізичних величин

Найменування фізичних величин повинні відповідати науково-технічним термінам, які встановлені державними стандартами на терміни і визначення, а також рекомендаціям міжнародної організації зі стандартизації (ISO).

Важливе значення для практичного застосування фізичних величин мають їх умовні літерні позначення. Бажано, щоб кожна фізична величина мала окреме літерне позначення. Але велика кількість фізичних величин призводить до того, що нерідко одні і ті ж позначення (літери) застосовуються для позначення різних фізичних величин. Проте в одному і тому ж тексті

забороняється використовувати одні й ті ж літери для позначення різних величин, або різні літери для позначення тієї ж самої величини.

Як правило, для позначення фізичних величин застосовуються літери латинського і грецького алфавітів (додаток 2). Основні переваги цих літер полягають в тому, що вони суттєво відрізняються в тексті від літер українського алфавіту і поширені у більшості країн світу.

У позначеннях фізичних величин часто використовується індексація в одних і тих же літерних позначеннях.

Найменування і найбільш поширені позначення фізичних величин, що використовуються в різних галузях науки і техніки, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Найменування величини	Позначення		Примітки
	основне	запасне	
1	2	3	4
<i>Електрика, магнетизм</i>			
Вектор Пойтінга	S	Π	
Відношення кількості витків	n	α	
Довжина електромагнітної хвилі	λ		
Добротність	Q		
Енергія електромагнітна	W		
Ємність електрична	C		
Заряд електричний	Q		
Зсув фаз	φ		
Індуктивність взаємна	M	L_{mn}	
Індуктивність власна	L		
Індукція магнітна	B		
Кількість витків	N	w	
Коефіцієнт трансформації	n		
Коефіцієнт трансформації напруги	K_U		
Коефіцієнт трансформації струму	K_I		
Напруга електрична	U		
Напруженість електричного поля	E		
Напруженість магнітного поля	H		
Опір електричний	R	r	
Опір електричний питомий	ρ		
Опір електричний повний	Z		
Опір електричний реактивний	X	x	
Період коливань	T		
Потенціал електричний	V	φ	
Потік магнітний	Φ		
Потужність	P		
Потужність повна	S	P_S	
Потужність реактивна	Q	P_Q	

1	2	3	4
Провідність електрична активна	J		
Проникність діелектрична абсолютна	ε_{α}	ε	
Проникність магнітна абсолютна	μ_{α}	μ	
Різниця електричних потенціалів	V		
Сила електрорушійна	E		
Сила струму	I		
Частота коливань електричної чи магнітної величини	f	ν	
Частота коливань електричної чи магнітної величини, кутова	w	Ω	
Швидкість поширення електромагнітних хвиль	C		
Швидкість поширення електромагніт-них хвиль у вакуумі	C_o		
Кінематика			
Кут плаский	α, β, γ		
Кут тілесний	Ω	ω	
Довжина	l		
Ширина	b		
Висота, глибина	h		
Товщина	d, s		
Радіус	r		
Діаметр	d		
Довжина шляху	s		
Площа поверхні	A	S	
Об'єм	V		
Час	t		
Період, тривалість періоду	T		
Швидкість кутова	w	Ω	
Швидкість лінійна	v		
Прискорення лінійне	a		
Прискорення вільного падіння	g		
Динаміка			
Коефіцієнт корисної дії	η		
Маса	m		
Густина	ρ		
Сила	F, G	P	
Сила тяжіння (вага)	g	P, W	
Момент сили	M		
Тиск	P		
Робота	w	A	
Енергія	E, w		

<i>Термодинаміка</i>			
1	2	3	4
Абсолютна температура	Θ	T	
Температура (за Цельсієм)	Θ	t	
Кількість теплоти	Q		
Температурний коефіцієнт	α		
Теплопровідність	λ	k	
Теплоємність	C		
Питома теплоємність	c		
<i>Випромінювання</i>			
Енергія випромінювання	Q, W	Q_e, U	
Потужність випромінювання	Φ, P	Φ_e	
Інтенсивність випромінювання	I	I_e	
Опроміненість	E	E_e	
<i>Світло</i>			
Сила світла	I	I_V	
Світловий потік	Φ	Φ_V	
Світлова енергія	Q	Q_V	
Яскравість	L	L_V	
Світність	M	M_V	
Освітленість	E	E_V	

В табл. 1 не відображено векторний характер деяких величин. В друкованій продукції векторний характер величин позначається напівжирним шрифтом, наприклад, \vec{H} – вектор напруженості магнітного поля. Допускається також для позначення векторного характеру величин зверху літери ставити стрілку, наприклад, \vec{H} .

Запасні позначення використовуються тоді, коли основні позначення вжити з якихось причин неможливо (наприклад, коли виникають непорозуміння внаслідок позначення різних величин однією і тією самою літерою).

Одиниці фізичних величин

Одиницею фізичної величини називається фізична величина певного розміру, прийнята за угодою для кількісного відображення однорідних з нею величин.

Система одиниць (фізичних величин) – це сукупність одиниць певної системи фізичних величин.

В 1960 р., в Парижі, Генеральна конференція з мір та ваг (ГКМВ) установила шість основних (метр, кілограм, секунда, ампер, градус Кельвіна і кандела), дві додаткові (радіан і стерadian) і двадцять сім перших похідних

одиниць **системи**, якій було присвоєно назву **System International d'Unites** (Міжнародна система одиниць), скорочена назва SI.

В Україні запровадження SI регламентовано ДСТУ 3651.0-97. “Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць” і ДСТУ 3651.1-97. “Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці”.

Основні переваги SI :

- універсальність (одиниці SI охоплюють різні галузі науки, техніки, народного господарства і є єдиною системою, придатною для всіх потреб вимірювання);

- конкретність (кожна похідна одиниця пов’язана з іншими одиницями системи рівнянням, в якому числовий коефіцієнт дорівнює одиниці);

- скорочення кількості одиниць, необхідних для практики вимірювань;

В стандарті наведені :

- основні одиниці;

- додаткові одиниці;

- приклади похідних одиниць;

- позасистемні одиниці, які допускаються до застосування нарівні з одиницями SI;

- одиниці, що тимчасово допускаються до застосування;

- множники та приставки для утворення десяткових кратних і часткових одиниць та їх найменування;

- співвідношення деяких позасистемних одиниць з одиницями SI.

Основні одиниці фізичних величин системи SI

Основні одиниці SI, їх найменування, розмірність, позначення міжнародне і українське, приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Найменування	Розмірність	Позначення	
		міжнародне	українське
Метр	<i>L</i>	m	м
Кілограм	<i>M</i>	kg	кг
Секунда	<i>T</i>	s	с
Ампер	<i>I</i>	A	А
Кельвін	Θ	K	К
Кандела	<i>J</i>	cd	кд
Моль	<i>N</i>	mol	моль

Примітки :

1. Одиниця “моль” введена в SI в 1971 р.

2. Крім температури Кельвіна, яка позначається літерою T , допускається застосовувати температуру Цельсія : $t = T - T_0$,

де t - температура Цельсія,

$T_0 = 273,15\text{K}$ (за визначенням).

Температура Кельвіна виражається в кельвінах (позначення – К), температура Цельсія – в градусах Цельсія (позначення – $^{\circ}\text{C}$).

За розміром градус Цельсія дорівнює кельвіну і тому різницю температур можна визначати як в градусах Цельсія, так і в кельвінах.

Метр – одиниця довжини, дорівнює відстані, яку проходить у вакуумі плоска електромагнітна хвиля за $1/299792458$ частку секунди. Відносна похибка еталону метра $10^{-9} \dots 10^{-11}$.

Кілограм - одиниця маси, дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма (I ГКМВ, 1889 р. і II ГКМВ, 1901 р.), який зберігається у Франції.

Секунда - одиниця часу, дорівнює 9192631770 періодам випромінювання, яке відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію -133 (XVIII ГКМВ, 1967 р.).

Ампер – одиниця сили струму, дорівнює силі незмінного струму, який під час проходження по двох паралельних прямолінійних провідниках нескінченної довжини та нескінченно малого кругового поперечного перерізу, розміщених у вакуумі на відстані 1 м один від одного, зумовив би на кожній ділянці провідника завдовжки 1 м силу взаємодії, що дорівнює $2 \cdot 10^{-7}\text{H}$ (IX ГКМВ, 1948р.).

Кельвін – одиниця термодинамічної температури, дорівнює $1/273,16$ частини термодинамічної температури потрійної точки води (XIII ГКМВ, 1967р.).

Потрійна точка води – це така її температура, при якій рідкий, твердий і газоподібний стан води одночасно знаходяться в рівновазі один з одним. Температурі потрійної точки води присвоєно значення $273,16\text{K}$.

Моль – одиниця кількості речовини, дорівнює кількості речовини системи, яка містить стільки ж структурних елементів, скільки міститься атомів у вуглеці-12 масою $0,012\text{ кг}$ (XIV ГКМВ, 1971 р.).

Моль – розрахункова одиниця і еталону для її відтворення не існує. При застосуванні моля структурні елементи мають бути визначені заздалегідь. Це можуть бути атоми, молекули, іони, електрони та інші частинки або їх групи.

У визначенні моля не вказано число структурних елементів, які містяться в системі з кількістю речовини в 1 моль. Прийнято вважати його рівним числу Авогадро (на 1980 р.).

$N_A = 6,022045(31) \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

Кандела – одиниця сили світла, дорівнює силі світла у напрямку джерела, що висилає монохроматичне випромінювання частотою 540·10¹² Гц, енергетична сила світла якого у цьому напрямку становить 1/683 Вт/ср (XVI ГКМВ, 1979 р.). Найменування “кандела” походить від латинського слова *candela*, що означає “свіча”.

До 1995 р. крім семи основних одиниць SI застосовувались і дві додаткові одиниці – радіан (одиниця плоского кута) і стерадіан (одиниця тілесного кута). Їх назви і позначення приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Фізична величина		Одиниця фізичної величини		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			міжнародне	українське
Плaskий кут	-	Радіан	rad	рад.
Тілесний кут	-	Стерадіан	sr	ср.

Зараз ці одиниці віднесено до безрозмірних похідних величин.

Похідні одиниці фізичних величин

Похідні одиниці утворюються із основних одиниць. Шістнадцятьом з них присвоєні спеціальні найменування в честь великих вчених. Найменування інших одиниць утворено з використанням найменувань основних і спеціальних одиниць.

Спеціальні найменування мають одиниці світлового потоку – люмен, і освітленості – люкс.

В табл. 4 приведені найменування і позначення похідних одиниць SI, які знайшли досить широке застосування в навчальних закладах зв’язкового профілю.

Таблиця 4

Фізична величина		Одиниця фізичної величини		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			міжнародне	українське
1	2	3	4	5
Частота	T ⁻¹	герц	Hz	Гц
Сила, вага	LMT ⁻²	ньютон	N	Н
Тиск, механічна напруга, модуль пружності	L ⁻¹ MT ⁻²	паскаль	Pa	Па
Енергія, робота, кількість теплоти	L ² MT ⁻²	джоуль	J	Дж
Потужність, потік енергії	L ² MT ⁻³	ватт	W	Вт

1	2	3	4	5
Електричний заряд	T ¹	кулон	C	Кл
Електрична напруга, потенціал, різниця потенціалів, електрорушійна сила	³ T ¹ L ² M ⁻¹ T ⁻²	вольт	V	В
Електрична ємність	¹ T ⁴ I ² L ⁻² M ⁻¹	фарада	F	Ф
Електричний опір	³ T ⁻² L ² M ⁻¹ T ⁻²	ом	Ω	Ом
Електрична провідність	¹ T ³ I ² L ⁻² M ⁻¹	сіменс		См
Потік магнітної індукції, магнітний потік	² T ¹ L ² M ⁻¹ T ⁻²	вебер	Wb	Вб
Густина магнітного потоку, магнітна індукція	M ⁻¹ T ² I ¹	тесла	T	Тл
Індуктивність, взаємна індуктивність	² T ² L ² M ⁻¹ T ⁻²	генрі	H	Гн
Світловий потік	J	люмен	lm	лм
Освітленість	L ⁻² J	люкс	lx	лк
Активність радіонукліда	T ⁻¹	бекерель	Ba	бк
Поглинута доза випромінювання	L ² T ⁻²	грей	Gy	Гр
Еквівалентна доза випромінювання	L ² T ⁻²	зіверт	Sv	Зв
Площа	L ²	квадратний метр	m ²	м ²
Об'єм, місткість	L ³	кубічний метр	m ³	м ³
Швидкість	L ¹ T ⁻¹	метр за секунду	m/s	м/с
Кутова швидкість	T ⁻¹	радіан за секунду	rad/s	рад/с
Прискорення	L ¹ T ⁻²	метр за секунду в квадраті	m/s ²	м/с ²
Напруженість магнітного поля	L ⁻¹ I	ампер на метр	A/m	А/м
Напруженість електричного поля	³ T ¹ L ¹ M ⁻¹ T ⁻²	вольт на метр	V/m	В/м

В табл. 5 приведені позасистемні одиниці, що допускаються до застосування нарівні з одиницями SI, а також ті, що тимчасово допускаються до використання.

Таблиця 5

Фізична величина	Одиниця фізичної величини			Співвідношення з одиницею SI
	Найменування	Позначення		
		міжнародне	українське	
Маса	тонна	t	T	10^3 кг
Час	хвилина	min	хв	60 с
	година	h	год	3600 с
	доба	d	доба	86400 с
Плаский кут	градус	... ⁰	... ⁰	($\pi/180$) рад
	хвилина	...'	...'	($\pi/10800$) рад
	секунда	...''	...''	($\pi/648000$) рад
Об'єм, місткість	літр	l	л	10^{-3} м ³
Площа	гектар	ha	га	10^4 м ²
Довжина*	морська миля	mile	миля	1852 м
Маса*	карат	carat	кар	$2 \cdot 10^{-4}$ кг
	центнер	q	ц	10^2 кг
Швидкість*	вузол	kn	вуз	0,514 (4) м/с
Тиск	бар	bar	бар	10^5 Па
Енергія	електрон-вольт	eV	eB	$1,6 \cdot 10^{-19}$ j
Повна потужність	вольт-ампер	VA	ВА	
Реактивна потужність	вар	var	вар	

Кратні та часткові одиниці фізичних величин

На практиці дуже часто зручно застосовувати десяткові кратні і часткові одиниці, які утворюються за допомогою множників 10^n , де n – ціле додатне або від'ємне число.

Кратними називають одиниці, які в ціле число разів більші за одиниці, від яких вони утворюються, частковими - одиниці, які в ціле число разів менші за одиниці, від яких вони утворюються.

Множники та приставки для утворення найменувань десяткових кратних і часткових одиниць наведено в табл. 6.

Множник	Приставка	Позначення	
		міжнародне	українське
10^{18}	екса	E	Е
10^{15}	пета	P	П
10^{12}	тера	T	Т
10^9	гіга	G	Г
10^6	мега	M	М
10^3	кіло	k	к
10^2	гекто	h	г
10^1	дека	da	да
10^{-1}	деци	d	д
10^{-2}	санти	c	с
10^{-3}	мілі	m	м
10^{-6}	мікро	μ	мк
10^{-9}	нано	n	н
10^{-12}	піко	p	п
10^{-15}	фемто	f	ф
10^{-18}	атто	a	а

Треба знати, що :

- при утворенні десяткових кратних і часткових одиниць не дозволяється приєднувати до найменування одиниці двох і більше приставок;
- приставку слід писати разом з найменуванням одиниці. Наприклад, гігагерц (ГГц), мегаом (Мом), кілометр (км), мілівольт (мВ);
- з різних кратних чи часткових одиниць вибирають таку, щоб числове значення величини лежало в межах від 0,1 до 1000;
- під час розрахунків усі величини бажано виражати в одиницях SI, замінюючи приставки степенями числа 10.

Позасистемні одиниці фізичних величин

В табл. 7 наведені найменування, позначення та співвідношення деяких позасистемних одиниць, які поступово вилучаються з обігу відповідно до офіційних заходів кожної країни щодо переходу до застосування SI.

Фізична величина	Одиниця фізичної величини			
	Найменування	Позначення		Співвідношення з одиницею SI
		міжнародне	українське	
Довжина	ангстрем	А	А	10^{-10} м
	мікрон	μ	мк	10^{-6} м
Площа	ар	а	а	100 м^2
Маса	центнер	q	ц	100 кг
Сила	дина	dyn	дин	10^{-5} Н
Робота	ерг	erg	ерг	10^{-7} Дж
Потужність	кінська сила		к. с.	735,499 Вт
Кількість теплоти	калорія	cal	кал	4,1868 Дж
Поглинута доза випромінювання	рад	rad	рад	0,01 Гр
Еквівалентна доза випромінювання	бер	rem	бер	0,01 Зв
Активність нукліда у радіоактивному джерелі	кюрі	Сi	Кі	$3,7 \cdot 10^{10}$ Бк

Правила написання значень фізичних величин

1. Позначення одиниці застосовується після числового значення величини і поміщається в одному з ним рядку. Між останньою цифрою числа і позначенням одиниці обов'язково слід залишати пропуск (220 В, 36,6 °С, 100 %). Позначення ж кутів у вигляді знаків пишуться без пропусків (40° , $32''$).

2. Не дозволяється поруч з формулою в одному рядку поміщати позначення одиниці. Треба, наприклад, писати так :

$$v = s/t ,$$

де v – швидкість, м/с; s – шлях, м; t – час, с.

3. Літерні позначення одиниць в добутку відокремлюються крапками на середній лінії як знаками множення. У літерних позначеннях відношень одиниць може застосовуватись тільки одна похила або горизонтальна лінія (риска). Наприклад,

$$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad , \quad \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} .$$

4. При використанні похилої риски добуток одиниць у знаменнику необхідно брати в дужки, наприклад, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$).

5. У кінці позначень одиниць не можна вживати крапку за винятком випадків скорочення слів, які не є найменуванням одиниць.

Треба писати, наприклад, 1кВт, 760 мм рт. ст. Помилковим є такий запис: 1 кВт., 760 мм. рт. ст.

6. При написанні значення фізичної величини з допустимими відхиленнями (похибками) числові значення величини треба писати в дужках і після них позначення одиниці, або проставляти позначення одиниці двічі :

$$(60,14 \pm 0,23) \text{ Ом}; \quad 60,14 \text{ Ом} \pm 0,23 \text{ Ом}.$$

Остання цифра допустимого відхилення (похибки) повинна бути того ж розряду, що і остання цифра числа, стосовно якого вказано відхилення (табл. 8).

Таблиця 8

Правильно	Неправильно
46,0 м ± 0,1 м	46м ± 0,1м
(46,0 ± 0,1) м	(46 ± 0,1) м
13,16 А ± 0,24 А	13,2А ± 0,24А
(13,16 ± 0,24) А	(13,2 А ± 0,24) А

7. При визначенні інтервалів числових значень фізичних величин їх одиниці необхідно приводити тільки один раз після останньої цифри.

Наприклад, від 220 до 240 В; 1,5; 2,5; 3,0; 5,0 А; 4x5x10 мм.

Розмірність одиниць фізичних величин

З п. 2.4 та п. 2.8 можна зробити висновок, що розмірності фізичних величин і їх одиниць співпадають. Однак розмірності одиниць можуть бути подані і так :

$$\dim [X] = a_1^{\alpha_1} \cdot a_2^{\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_n^{\alpha_n},$$

де $\dim [X]$ - розмірність одиниці величини X,

a_1, a_2, \dots, a_n – позначення основних одиниць системи SI,

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ - цілі додатні або від'ємні числа.

Приклади запису деяких одиниць фізичних величин приведено в табл. 9.

Таблиця 9

Одиниці фізичної величини		
Найменування	Позначення	Розмірність
Швидкість	[v]	м·с ⁻¹
Сила струму	[A]	А
Електрична напруга	[V]	м ² ·кг·с ⁻³ ·А ⁻¹
Електричний заряд (кулон)	[Кл]	с·А
Електрична ємність (фарада)	[Ф]	м ⁻² ·кг ⁻¹ ·с ⁴ ·А ²

Розмірності одиниць дозволяють швидко перевірити математичні формули фізичних законів. У кожному математичному рівнянні, яким описується фізичний закон чи закономірність, розмірності правої і лівої частин повинні співпадати. Аналіз розмірностей інколи допомагає виявити характер досліджуваних фізичних закономірностей.

Логарифмічні і відносні одиниці

В науці і техніці досить поширені відносні, логарифмічні величини та їх одиниці, приведені в табл. 10. З їх допомогою зручно визначати посилення й ослаблення електричних сигналів, коефіцієнти модуляції, гармонік та ін.

Таблиця 10

Найменування	Визначення	Позначення	
		міжнародне	українське
бел	1 Б = $\lg(P_2/P_1)$ при $P_2/P_1 = 10$; 1 Б = $2 \lg(F_2/F_1)$ при $F_2/F_1 = \sqrt{10}$	В	Б
децибел	1 дБ = $10 \lg(P_2/P_1)$ при $P_2/P_1 = 10^{0,1}$ 1 дБ = $20 \lg(F_2/F_1)$ при $F_2/F_1 = 10^{0,05}$	db	дБ
октава	1 окт = $\log_2(f_2/f_1)$ при $f_2/f_1 = 2$	-	окт
декада	1 дек = $\lg(f_2/f_1)$ при $f_2/f_1 = 10$	-	дек
відсоток	10^{-2}	%	%
проміле	10^{-3}	‰	‰
мільйонна доля	10^{-6}	ppm	млн ⁻¹

В таблиці 10 позначено :

P – енергетичні величини (потужність, енергія та ін.);

F – силові величини (напруга, сила струму та ін.);

f – частоти.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дати визначення фізичної величини. Чим відрізняється фізична величина від нефізичної?
2. Що таке розмірність фізичної величини і для чого її треба знати?
3. Привести приклади назв і позначень 10...12 фізичних величин, що використовуються в електротехніці і радіотехніці.
4. Дати визначення одиниці фізичної величини. Як створюються системи одиниць фізичних величин?
5. Назвати основні і додаткові одиниці фізичних величин міжнародної системи SI.
6. Привести приклади назв і позначень одиниць SI, що використовують в галузі телекомунікацій.
7. Як утворюються кратні та часткові одиниці фізичних величин? Назвати множники і приставки таких одиниць.
8. Які є правила написання та застосування позначень одиниць фізичних величин?

Додаток 2. Сучасна латинська абетка

Латинська абетка, або латиниця, латинка — абетка латинської мови, історично є відгалуженням етрусської абетки, що в свою чергу постала з грецької. Виникнення латинської абетки датують 7 ст. до н. е. Напрямок письма: спочатку справа наліво, й через рядок, зліва направо (так званий бустрофедон), з 4 ст. до н. е. — зліва направо. Форма знаків в основному склалася в 5—1 століттях до н. е.

Сучасна латинська абетка містить 26 літер:

Таблиця 11

Літера	Назва	Літера	Назва	Літера	Назва	Літера	Назва
A a	а	H h	га, <i>аш</i>	O o	о	V v	ве
B b	бе	I i	і	P p	пе	W w	дубль ве
C c	це	J j	йот, <i>жі</i>	Q q	ку	X x ⁴	ікс
D d	де	K k	ка	R r	ер	Y y	іпсилон, ігрек
E e	е	L l	ель	S s	ес	Z z	зет (зета)
F f	еф	M m	ем	T t	те	V v	ве
G g	ге, <i>же</i>	N n	ен	U u	у	W w	дубль ве

Додаток 3. Сучасна грецька абетка

Грецька абетка (грец. *Ελληνικό αλφάβητο*) — абетка, що використовується в грецькій мові для писемності з 9 сторіччя до н. е. Найперша абетка у вузькому сенсі, на її основі створено латинську та кириличну абетки.

Таблиця 12

Літера	Назва	Літера	Назва	Літера	Назва	Літера	Назва
Α α	Альфа	Η η	Ета	Ν ν	Ню	Τ τ	Тау
Β β	Бета	Θ θ	Тета	Ξ ξ	Ксі	Υ υ	Іпсилон
Γ γ	Гамма	Ι ι	Йота	Ο ο	<u>Омікрон</u>	Φ φ	Фі
Δ δ	Дельта	Κ κ	Каппа	Π π	Пі	Χ χ	Хі
Ε ε	Епсилон	Λ λ	Лямбда	Ρ ρ	Ро	Ψ ψ	Псі
Ζ ζ	Дзета	Μ μ	Мю	Σ σ ς	Сигма	Ω ω	Омега