

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗПО «ДНІПРОВСЬКИЙ ПРОФЕСІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОЛЕДЖ»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗПО «Дніпровський професійний технологічний коледж»
Сергій ГОРДІЄНКО
« 26 » серпня 2026 р.
02541409
ДНІПРОВСЬКА ОБЛ., ДНІПРОВСЬКИЙ РАЙОН



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

(Для відпрацювання пропущених занять, підвищення рейтингового балу та поглибленого вивчення)

Дисципліна: Сигнали і процеси в радіотехніці

Рівень освіти: Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Викладач - Володимир ПУСТОВОЙТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Індивідуальні завдання призначені для слухачів, які з поважних причин (лікарняний, виробнича необхідність, процеси реінтеграції) пропустили лекційні та лабораторні заняття, або бажають підвищити свій підсумковий модульний бал.

Специфіка виконання: Кожне завдання вимагає від фахового молодшого бакалавра інтеграції теоретичних основ радіотехніки із конкретними завданнями моделювання та аналізу сигналів у телекомунікаційних системах. Усі завдання адаптовано під потреби спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», де акцент робиться на застосування математичного апарату (перетворення Фур'є та Лапласа) і сучасних програмних інструментів моделювання (Electronics Workbench) для розв'язання інженерних задач.

Завдання виконуються письмово (від 2 до 5 сторінок формату А4 залежно від рівня складності) і захищаються у формі короткої співбесіди з викладачем. Обов'язковим є використання схем, графіків (АЧХ, ФЧХ, осцилограм) та розрахунків, виконаних у спеціалізованому програмному забезпеченні або вручну.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРИЧНІ СИГНАЛИ ТА СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Завдання 1.1: Спектральний аналіз періодичних сигналів (Відпрацювання лабораторної роботи)

Тема: Електричні сигнали і їх характеристики. Ряд Фур'є.

Ситуація: При розробці цифрової системи зв'язку інженер-радіотехнік повинен проаналізувати спектр тактового генератора, який видає періодичну послідовність прямокутних імпульсів (меандр).

Завдання: Напишіть аналітичний звіт (2-3 сторінки), у якому:

- Дайте визначення детермінованих періодичних сигналів. Поясніть фізичний зміст розкладання таких сигналів у ряд Фур'є.
- Запишіть формулу тригонометричного ряду Фур'є для меандру. Зверніть увагу на наявність лише непарних гармонік.
- Побудуйте графіки амплітудного та фазового спектрів для меандру (вручну або за допомогою програмного забезпечення).
- Поясніть, як впливає зміна шпаруватості імпульсів на вигляд амплітудного спектра.

Завдання 1.2: Спектральна щільність неперіодичних сигналів (Для підвищення оцінки)

Тема: Спектральний аналіз неперіодичних сигналів. Перетворення Фур'є.

Ситуація: Радіолокаційна станція випромінює короткий одиночний прямокутний радіоімпульс. Необхідно визначити ефективну ширину смуги пропускання приймача для мінімального спотворення сигналу.

Завдання: Підготуйте технічне обґрунтування (до 3 сторінок), деталізуючи наступне:

- Опишіть перехід від ряду Фур'є до інтеграла Фур'є для неперіодичних сигналів. Що таке спектральна щільність?
- Запишіть аналітичний вираз для спектральної щільності одиночного прямокутного імпульсу з амплітудою U_m та тривалістю τ .
- Побудуйте графік модуля спектральної щільності. Вкажіть, на якій частоті знаходиться перший нуль спектра.
- Поясніть взаємозв'язок між тривалістю імпульсу (τ) та його ефективною шириною спектра (Δf). Чому для передачі коротких імпульсів потрібні широкосмстові канали зв'язку?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТА РАДІОСИГНАЛИ

Завдання 2.1: Дослідження автокореляційної функції (Відпрацювання лабораторної роботи)

Тема: Кореляційний аналіз детермінованих сигналів.

Ситуація: У системі вимірювання дальності використовується метод порівняння випроміненого та відбитого сигналів. Якість роботи системи залежить від форми автокореляційної функції (АКФ) сигналу.

Завдання: Складіть технічний звіт щодо розрахунку АКФ:

- Дайте визначення автокореляційної функції (АКФ) для сигналів з кінцевою енергією. Запишіть формулу розрахунку.
- Обчисліть та побудуйте графік АКФ для одиночного прямокутного відеоімпульсу з тривалістю τ та амплітудою E .
- Визначте інтервал кореляції для даного сигналу.
- Поясніть фізичний зміст теореми Вінера-Хінчина (взаємозв'язок АКФ та енергетичного спектра сигналу).

Завдання 2.2: Аналіз модульованих радіосигналів (Поглиблене вивчення)

Тема: Радіосигнали з амплітудною та кутовою модуляцією.

Ситуація: Радіостанція передає звукову інформацію. Вам необхідно порівняти ефективність систем з амплітудною (АМ) та частотною (ЧМ) модуляцією.

Завдання: Складіть порівняльну характеристику (3-4 сторінки):

- Запишіть математичний вираз для тонального АМ-сигналу. Побудуйте спектрограму АМ-сигналу. Визначте смугу частот, яку займає АМ-сигнал.
- Поясніть переваги односмугової модуляції (ОБП / SSB) порівняно з класичною АМ з точки зору енергетичної ефективності та займаної смуги частот.
- Запишіть вираз для ЧМ-сигналу. Що таке девіація частоти та індекс модуляції?
- Поясніть особливості спектра ЧМ-сигналу з використанням функцій Бесселя. Чому ЧМ забезпечує кращу завадостійкість порівняно з АМ?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ПРОЦЕСИ У РАДІОТЕХНІЧНИХ КОЛАХ

Завдання 3.1: Аналіз лінійних кіл часовим методом (Відпрацювання семінару)

Тема: Класичні методи аналізу лінійних кіл. Часовий метод.

Ситуація: На вхід інтегруючого RC-кола (фільтра нижніх частот) подається прямокутний імпульс напруги. Необхідно проаналізувати форму сигналу на виході.

Завдання: Підготуйте реферат (2-3 сторінки), у якому дайте відповіді на питання:

- Дайте визначення перехідної ($h(t)$) та імпульсної ($g(t)$) характеристик лінійного електричного кола.
- Знайдіть аналітичний вираз для перехідної характеристики найпростішого інтегруючого RC-кола.
- Використовуючи інтеграл Дюамеля, опишіть алгоритм знаходження реакції кола на вхідний прямокутний імпульс напруги.
- Побудуйте орієнтовні графіки вхідного та вихідного сигналів. Як впливає стала часу кола ($\tau = R \cdot C$) на спотворення фронтів імпульсу?

Завдання 3.2: Комп'ютерне моделювання у Electronics Workbench (Для підвищення оцінки)

Тема: Моделювання процесів у Electronics Workbench. АЧХ і ФЧХ.

Ситуація: Інженеру необхідно перевірити частотні характеристики спроектованого підсилювального каскаду або фільтра перед його фізичним виготовленням.

Завдання: Напишіть технічну доповідь щодо методики моделювання (із зазначенням конкретних кроків):

- Опишіть призначення та базові налаштування віртуальних приладів Function Generator (Генератор функцій) та Oscilloscope (Осцилограф) у середовищі Electronics Workbench.
- Детально опишіть процедуру використання приладу Bode Plotter (Плоттер Боде) для автоматичного зняття амплітудно-частотної (АЧХ) та фазово-частотної (ФЧХ) характеристик електричного кола.
- Складіть віртуальну схему простого диференціюючого CR-кола (фільтра верхніх частот).
- Намалюйте (або вставте скріншот) очікуваний вигляд АЧХ та ФЧХ для диференціюючого кола, отриманих за допомогою Bode Plotter. Як визначити частоту зрізу фільтра за графіком АЧХ?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Оцінювання індивідуальних завдань здійснюється за 10-бальною шкалою з подальшим переведенням у загальноакадемічну систему. Головним критерієм є здатність здобувача аналізувати процеси перетворення сигналів у радіотехнічних колах та застосовувати відповідний математичний апарат і програмні інструменти.

Оцінка	Характеристика виконаної роботи
«Відмінно» (9-10 балів)	Завдання виконано в повному обсязі. Слухач демонструє глибоке розуміння фізичних та математичних процесів радіотехніки. Розрахунки спектрів, АЧХ, ФЧХ та побудова графіків (спектрограм, часових діаграм) виконані бездоганно і математично точно. Обґрунтування теоретичних положень спирається на базові теореми (Котельникова, Вінера-Хінчина тощо) та коректну термінологію. Під час співбесіди студент вільно орієнтується в методиці моделювання.
	Завдання виконано, але наявний певний дисбаланс: слухач добре володіє теоретичним матеріалом (формулами), але має труднощі з

«Добре» (7-8 балів)	фізичною інтерпретацією результатів (наприклад, не може пояснити вплив сталої часу на форму імпульсу), або навпаки — надає гарне якісне пояснення без точних математичних викладок. Графіки побудовані з незначними похибками.
«Задовільно» (5-6 балів)	Робота має суто описовий, компілятивний характер (переписано з підручника або методички). Відсутня самостійна аналітика та розв'язання задачі. У розрахунках спектральної щільності чи інтеграла Дюамеля наявні серйозні математичні помилки. Під час захисту слухач ледве пояснює базові терміни (АМ, ЧМ, спектр).
«Незадовільно» (0-4 бали)	Завдання не розкриває теми, містить грубі фізичні та математичні помилки. Слухач не розуміє різниці між періодичними та неперіодичними сигналами, не володіє поняттям модуляції. Робота містить плагіат або виконана без урахування специфіки завдання з моделювання (Electronics Workbench).

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТА ЗАХИСТУ

- Текстова частина звіту подається українською мовою, шрифт Times New Roman, 14 кегль, міжрядковий інтервал 1.5. Вирівнювання тексту по ширині.
- Для ілюстрації процесів (спектрограми, часові діаграми сигналів, АЧХ, ФЧХ) **обов'язкове використання графіків**. Графіки можуть бути побудовані вручну (акуратно, з дотриманням масштабу) або за допомогою спеціалізованого ПЗ (MathCAD, MATLAB, Excel, Electronics Workbench).
- При виконанні розрахунків обов'язково наводити математичні формули (ряди Фур'є, інтеграл Дюамеля, перетворення Лапласа) з розшифровкою всіх змінних.
- Захист роботи відбувається у форматі відкритої бесіди. Студент повинен бути готовим пояснити фізичний зміст отриманих результатів (наприклад, чому спектр меандру містить лише непарні гармоніки) та прокоментувати алгоритм моделювання схем.