



## ОСНОВИ ТЕОРІЇ КІЛ. Частина 2

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	172 Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма	«Інженерія та програмування інфокомунікацій», «Інформаційно-комунікаційні технології», «Системи електронних комунікацій та Інтернету речей»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	2- й курс, осінній 3 - й семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити – 120 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	3 години на тиждень
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович, 095-012-79-61, cukanov-o@ukr.net Практичні : кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович, 095-012-79-61, cukanov-o@ukr.net Лабораторні : кандидат технічних наук, доцент Цуканов Олег Федорович, 095-012-79-61, cukanov-o@ukr.net
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/u/0/c/MTQxMDkyNzQ3ODk3">https://classroom.google.com/u/0/c/MTQxMDkyNzQ3ODk3</a> , Код курсу: gqi44rg

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна охоплює основні розділи в області нелінійних електричних кіл та пристроїв і дає сучасні підходи до застосування теоретичних та практичних знань законів нелінійних електричних ланцюгів і аналізу, моделювання процесів в нелінійних електричних телекомунікаційних пристроях.

Навчальна дисципліна належить до циклу загальної підготовки.

Предмет навчальної дисципліни електромагнітні явища в нелінійних електричних колах та їх вплив на ефективність функціонування засобів та систем телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв.

##### 1.1. Метою навчальної дисципліни є формування у студентів:

- базових уявлень про компоненти, принципи побудови та функціонування електронних пристроїв та систем,
- навичок застосування методів моделювання, аналізу та розрахунку параметрів приладів та пристроїв електронної техніки,
- здатності проводити вимірювання фізичних величин та параметрів нелінійних електричних та електронних пристроїв та систем

##### 1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Вивчення навчальної дисципліни забезпечує:

- формування у студентів таких програмних **компетентностей**:

ЗК 4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ФК 15 Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

– набуття студентами наступних **програмних результатів навчання:**

ПРН2 Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.

ПРН 4 Пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією.

ПРН13 Застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ПРН 14 Застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.

**знання:**

- основних законів теорії нелінійних електричних кіл;
- основних методів аналізу нелінійних електричних кіл;
- властивостей окремих типових нелінійних вузлів електричних кіл;
- природи та властивостей нелінійних ефектів в електричних колах;
- методів автоматизованого аналізу параметрів нелінійних електричних кіл з
- використанням систем автоматизованого проектування.

**уміння:**

- здійснювати аналіз довільних нелінійних електричних кіл;
- здійснювати синтез типових ланок нелінійних електричних кіл;
- проводити аналіз режимів роботи нелінійних електричних кіл за допомогою систем автоматизованого проектування.

**досвід:**

- застосування основних законів теорії нелінійних електричних кіл;
- використання основних методів аналізу нелінійних електричних кіл;
- практичного застосування методів моделювання та систем проектування і розрахунку процесів у нелінійних електричних пристроях;
- експериментального дослідження нелінійних електричних пристроїв та узагальнення їх результатів;
- самостійної роботи з відповідною навчальною, навчально-методичною і довідниковою літературою.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти знаннями, які отримані з курсів таких дисциплін: «Основи теорії кіл. Частина 1», «Вища математика», «Загальна фізика».

Навчальна дисципліна підготовлює студентів до вивчення наступних навчальних дисциплін: «Основи теорії телекомунікацій і радіотехніки», «Електродинаміка та поширення радіохвиль», «Системи мережного каналоутворення та комутації».

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Вступ до дисципліни “Основи теорії кіл -2” Мета, завдання і структура дисципліни.**

**Розділ 1. Властивості нелінійних кіл та методи оцінки їхніх параметрів й характеристик**

**Тема 1.1. Основні властивості нелінійних електричних кіл**

Загальна характеристика та особливості нелінійних електричних кіл. Мета та завдання дисципліни. Загальна характеристика нелінійних електричних кіл. Основні властивості нелінійних електричних кіл. Режими роботи нелінійних кіл.

Нелінійні характеристики елементів кіл та їхня апроксимація. Класифікація нелінійних елементів та їхніх характеристик. ВАХ найбільш розповсюджених некерованих нелінійних резисторів.

ВАХ найбільш розповсюджених керованих нелінійних резисторів. Апроксимація характеристик нелінійних елементів.

### **Тема 1.2. Основні ефекти в нелінійних колах**

Спектральний склад сигналу в нелінійних електричних колах. Перетворення форми сигналу на нелінійному елементі в часовій області. Спектр сигналу. Ряд та перетворення Фур'є. Знаходження спектра сигналу на виході нелінійного безінерційного резистивного кола за допомогою методу кратного аргументу. Знаходження спектра сигналу на виході нелінійного безінерційного резистивного кола за допомогою методу кута відсічки. Метод трьох та п'яти ординат.

Перетворення спектра сигналу під час проходження через нелінійні елементи кола. Реакція нелінійних кіл на дію декількох гармонічних сигналів. Отримання амплітудно-модульованих коливань за допомогою нелінійних елементів. Амплітудне детектування сигналів за допомогою нелінійних елементів.

## **Розділ 2. Математичні моделі нелінійних електричних кіл**

### **Тема 2.1. Еквівалентні перетворення, лінеаризація та спрощення нелінійних електричних кіл**

Методи аналізу нелінійних резистивних електричних кіл. Метод еквівалентних перетворень. Метод еквівалентного генератора. Метод заміни нелінійного резистора лінійним опором та ЕРС. Визначення робочих точок нелінійних елементів.

### **Тема 2.2. Загальна методика аналізу довільних нелінійних електричних кіл**

Загальні підходи до аналізу нелінійних електричних кіл. Рівняння нелінійних резистивних кіл. Метод Ньютона-Рафсона розв'язування нелінійних алгебричних рівнянь. Складання рівнянь динамічних нелінійних електричних кіл.

Формування рівнянь стану електричних кіл. Складання рівнянь стану електричного кола. Приклади складання рівнянь стану. Розв'язування рівнянь стану.

## **Розділ 3. Реалізація функцій перетворення сигналу за допомогою нелінійних кіл**

### **Тема 3.1. Процеси в схемах підсилення сигналу**

Реалізація функції підсилення сигналу. Визначення та класифікація підсилювачів. Режими роботи підсилювачів. Підсилювальний каскад на транзисторі зі спільним емітером.

Зворотний зв'язок в електричних колах. Визначення і класифікація видів зворотного зв'язку. Види зворотного зв'язку та їхні властивості.

### **Тема 3.2. Процеси в схемах автогенераторів**

Автоколивання в нелінійних колах. Загальна характеристика автоколивань. Самозбудження та стійкість автогенераторів. Диференційне рівняння автогенератора. Умови самозбудження автогенератора. Умови стійкості автогенератора. Критерій Рауса-Гурвиця.

Аналіз стаціонарного режиму роботи генератора. Типи схем автогенераторів. Стаціонарний режим роботи автогенератора. Триточкова схема автогенератора. RC-автогенератори.

Режими самозбудження автогенераторів. Класифікація режимів самозбудження. М'який режим самозбудження автогенератора. Жорсткий режим самозбудження автогенератора.

### **Тема 3.3. Реалізація функцій помноження та перетворення частоти в нелінійних електричних колах**

Помноження та перетворення частоти. Помноження частоти. Перетворення частоти  
Схеми помножувачів частоти (ПЧ) на напівпровідникових приладах. Балансні і мостові схеми ПЧ. Вибір режиму роботи нелінійного елемента в ПЧ. Мікроелектронні ПЧ. Методологія проектування ПЧ.

### **Тема 3.4. Модуляція та детектування сигналів**

Модулятори і демодулятори. Класифікація модуляторів та демодуляторів. Типові схеми формування коливань з амплітудною, балансною, однополюсною, частотною і фазовою модуляціями. Типові схеми формування сигналів з амплітудною, частотною і фазовою маніпуляціями. Демодулятори. Цифрові демодулятори зі стеженням. Синтезатори частоти.

Детектори сигналів. Класифікація детекторів сигналів. Схеми детекторів АМ сигналів. Основні параметри і характеристики. Схеми частотних детекторів. Основні параметри і характеристики. Фазові детектори: схеми і принципи їх роботи, основні параметри і характеристики.

### **Тема 3.5. Аналіз та синтез нелінійних електричних кіл за допомогою систем автоматизованого проектування**

Алгоритми автоматизованого проектування нелінійних радіоелектронних пристроїв (НРЕП). Системний підхід при проектуванні НРЕП. Модель процесу проектування НРЕП. Узагальнений алгоритм проектування НРЕП. Приклади проектування.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Базова література:**

1. Ю. О. Карпов Ю. Г. Ведміцький В. В. Кухарчук – «Теоретичні основи електротехніки – методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл в прикладах та задачах» - Херсон ОЛДІ-ПЛЮС 2017
2. Артеменко М.Ю., Дрозденко К.С. Теорія електричних кіл.- Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.- 99с.
3. Ozgur Ergul Introduction to electrical circuit analysis,ISBN: 978-1-119-28493-2 June 2017 424 Pages.
4. С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк, М. Г. Давиденко, Н. П. Карпенко - "ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ І МАГНІТНИХ КІЛ" - Харків – 2020;
5. Основи теорії кіл. Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / А. В. Булашенко, М. І. Ястребов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 2.15 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120с.
6. Збірник задач з теоритичних основ електротехніки, За редакцією Воробкевича А. Ю., Шегедина О. І. Частина 1: Навч. посібник для студентів електротехнічних та електро-механічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Воробкевич А. Ю., Маляр В. С., Совин Р. Я., Соколовський М. О., Стахів П. Г., Шегедин О. І.– 210 с.
7. Основи теорії кіл. Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / А. В. Булашенко, М. І. Ястребов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 120с.
8. Збірник задач з дисципліни «Основи теорії кіл» для студентів радіотехнічного факультету спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Укладачі: А. В. Булашенко, М. І. Ястребов. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 123с.

### **Додаткова література:**

1. Теоретичні основи електротехніки · Автор: Маляр В. С. · Издательство: Львівська

політехніка · Год издания: 2018 · С.: 416 ·

2. Шелковніков Б.М., Карнаух В.Л. Теорія електричних кіл та сигналів. Методична розробка учбової дисципліни. К., 2011.

3. Каргополова Н.П. Теорія електричних і магнітних кіл. Навч. посібник.– Житомир: ЖДТУ, 2003.-474с.

4. Міліх В.І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. – К.:Каравела, 2006. – 376 с.

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Методика опанування навчальної дисципліни полягає у набутті практичних навичок застосування положень теорії нелінійних електричних кіл що виникають при вивченні та експлуатації телекомунікаційного обладнання та інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем, набуття стійких вмінь прийняття науково обґрунтованих, усвідомлених, підтверджених розрахунками рішень.

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд.годин
1	<b>Розділ 1. Властивості нелінійних кіл та методи оцінки їхніх параметрів й характеристик</b> <b>Тема 1.1. Основні властивості нелінійних електричних кіл</b> <b>Лекція 1. Загальна характеристика нелінійних електричних кіл та їхня апроксимація</b> 1. Мета та завдання дисципліни 2. Загальна характеристика нелінійних електричних кіл 3. Основні властивості нелінійних електричних кіл 4. Режими роботи нелінійних кіл 5. Класифікація нелінійних елементів та їхніх характеристик 6. ВАХ найбільш розповсюджених некерованих нелінійних резисторів 7. ВАХ найбільш розповсюджених керованих нелінійних резисторів 8. Апроксимація характеристик нелінійних елементів	2
2	<b>Тема 1.2. Основні ефекти в нелінійних колах</b> <b>Лекція 2. Спектральний склад сигналу в нелінійних електричних колах. Перетворення спектра сигналу під час проходження через нелінійні елементи кола</b> 1. Перетворення форми сигналу на нелінійному елементі в часовій області 2. Спектр сигналу. Ряд та перетворення Фур'є 3. Знаходження спектра сигналу на виході нелінійного безінерційного резистивного кола за допомогою методу кратного аргументу 4. Знаходження спектра сигналу на виході нелінійного безінерційного резистивного кола за допомогою методу кута відсічки 5. Метод трьох та п'яти координат 6. Реакція нелінійних кіл на дію декількох гармонічних сигналів 7. Отримання амплітудно-модульованих коливань за допомогою нелінійних елементів 8. Амплітудне детектування сигналів за допомогою нелінійних елементів	2
3	<b>Розділ 2. Математичні моделі нелінійних електричних кіл</b> <b>Тема 2.1. Еквівалентні перетворення, лінеаризація та спрощення нелінійних електричних кіл</b> <b>Лекція 3. Методи аналізу нелінійних резистивних електричних кіл.</b> <b>Загальні підходи до аналізу нелінійних електричних кіл :</b> 1. Метод еквівалентного генератора 2. Метод заміни нелінійного резистора лінійним опором та ЕРС 3. Визначення робочих точок нелінійних елементів	2

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд.годин
	<p>4. Рівняння нелінійних резистивних кіл  5. Метод Ньютона-Рафсона розв'язування алгебричних рівнянь  6. Складання рівнянь динамічних нелінійних електричних кіл.</p> <p><b>Тема 2.2. Загальна методика аналізу довільних нелінійних електричних кіл</b>  <b>Лекція 4. Формування рівнянь стану електричних кіл. Реалізація функції підсилення сигналу</b>  1. Приклади складання рівнянь стану  2. Розв'язування рівнянь стану  3. Визначення та класифікація підсилювачів  4. Режими роботи підсилювачів  5. Підсилювальний каскад на транзисторі зі спільним емітером</p>	
4	<p><b>Розділ 3. Реалізація функцій перетворення сигналу за допомогою нелінійних кіл</b>  <b>Тема 3.1. Процеси в схемах підсилення сигналу</b>  <b>Лекція 5. Реалізація функції підсилення сигналу Зворотний зв'язок в електричних колах</b>  1. Визначення і класифікація видів зворотного зв'язку  2. Види зворотного зв'язку та їхні властивості  3. Використання зворотного зв'язку в підсилювачах  4. Загальна характеристика автоколивачів</p>	2
5	<p><b>Тема 3.2. Процеси в схемах автогенераторів</b>  <b>Лекція 6. Самозбудження та стійкість автогенераторів. Аналіз стаціонарного режиму роботи генератора. Типи схем автогенераторів</b>  [4, сс. 114 – 127], [4, сс. 145 – 157, 184 – 188].  1. Диференційне рівняння автогенератора  2. Умови самозбудження автогенератора  3. Умови стійкості автогенератора. Критерій Рауса-Гурвіца  4. Стаціонарний режим роботи автогенератора  5. Тривісочкова схема автогенератора  6. RC-автогенератори</p>	2
7	<p><b>Тема 3.3. Реалізація функцій помноження та перетворення частоти в нелінійних електричних колах</b>  <b>Лекція 7. Режими самозбудження автогенераторів. Помноження та перетворення частоти</b>  Класифікація режимів самозбудження  1. М'який режим самозбудження автогенератора  2. Жорсткий режим самозбудження автогенератора  3. Помноження частоти  4. Перетворення частоти</p>	2
8	<p><b>Тема 3.4. Модуляція та детектування сигналів</b>  <b>Лекція 8. Схеми перетворювачів частоти на напівпровідникових приладах. Модулятори і детектори сигналів</b>  1. Класифікація модуляторів та демодуляторів.  2. Типові схеми формування коливань з амплітудною, балансною, однополосною, частотною і фазовою модуляціями.  3. Типові схеми формування сигналів з амплітудною, частотною і фазовою маніпуляціями.  4. Демодулятори. Цифрові демодулятори зі стеженням. Синтезатори частоти.  5. Класифікація детекторів сигналів. Схеми детекторів АМ сигналів.</p>	2

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість ауд.годин
	Основні параметри і характеристики. 6. Схеми частотних детекторів. Основні параметри і характеристики. 7. Фазові детектори: схеми і принципи їх роботи, основні параметри і характеристики.	
9	<b>Тема 3.5. Аналіз та синтез нелінійних електричних кіл за допомогою систем автоматизованого проектування</b> <b>Лекція 9. Алгоритми автоматизованого проектування нелінійних радіоелектронних пристроїв (НРЕП)</b> 1. Системний підхід при проектуванні НРЕП. 2. Модель процесу проектування НРЕП. 3. Узагальнений алгоритм проектування НРЕП. Приклади проектування.	2
<b>Всього</b>		<b>18</b>

### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: формування у студентів навичок з розрахунку режимів нелінійних електричних кіл, характеристик нелінійних елементів та аналізу перетворення сигналів у нелінійних колах у часовій та частотній областях.

№ з/п	Назва теми заняття	Кількість ауд.годин
1	Практичне заняття №1. Аналіз основних характеристик нелінійних елементів електричних схем.	2
2	Практичне заняття №2. Режими аналізу нелінійних електричних кіл у часовій області. Лінеаризація характеристик нелінійних елементів.	2
3	Практичне заняття №3 Апроксимація характеристик нелінійних елементів.	2
4	Практичне заняття №4. Аналіз нелінійного резистивного кола. Метод робочої точки. Отримання вхідної характеристики нелінійного кола.	2
5	Практичне заняття № 5. Робота підсилювального каскаду на транзисторі зі спільним емітером.	2
6	Практичне заняття №6. Зворотній зв'язок у нелінійних електричних схемах.	2
7	Практичне заняття №7. Автогенератори, питання самозбудження та стійкості.	2
8	Практичне заняття № 8. Спектри сигналів у нелінійних колах.	2
9	Практичне заняття № 9. Перетворення спектрів сигналів у нелінійних колах.	2
10	Практичне заняття №10. Модульна контрольна робота	2
11	Практичне заняття №11. Схеми помноження та перетворення частоти.	2
12	Практичне заняття №12. Модулятори та детектори	3
13	Практичне заняття №13. Системні питання автоматизованого проектування електричних схем.	2
<b>Всього</b>		<b>27</b>

### Семінарські заняття

Семінарські заняття з дисципліни не передбачені.

### Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять: формування у студентів навичок з аналізу нелінійних електронних схем із застосуванням систем автоматизованого проектування.

№	Назва лабораторної роботи	Кількість
---	---------------------------	-----------

з/п		ауд. годин
1	Лабораторна робота №1. Вимірювання статичних вольт-амперних характеристик біполярних транзисторів.	2
2	Лабораторна робота №2. Дослідження амплітудного модулятора.	4
3	Лабораторна робота №3. Дослідження автогенератора типу ємнісної триточки.	3
Всього		<b>9</b>

### Контрольні роботи

Передбачено МКР та ДКР.

МКР представляє собою форму контролю результатів навчання студентів із вивчення навчального матеріалу розділів 1, 2. До МКР студенти допускаються без будь-яких обмежень. Критерії оцінювання результатів виконання завдань за контрольний захід доводиться до відома студентів перед початком його проведення. Зміст та структура питань МКР розробляється безпосередньо перед контрольним заходом. Виконання МКР є обов'язковим та проводиться у письмовій формі під час навчальних занять.

### 6. Самостійна робота студента

Для активізації сприйняття ідей дисципліни студент повинен повторити матеріал, який було викладено в курсі теорії електричних кіл математичного аналізу та лінійної алгебри.

Для підвищення швидкості та надійності засвоєння базових положень теорії потрібно приділити більше уваги при СРС розв'язанню задач.

Для осмисленого і живого сприйняття дисципліни рекомендується проводити комп'ютерні імітаційні моделювання для перевірки теоретичних положень, викладених на лекціях, а також використовувати методи що вивчаються в метю вивчення дисциплін, що вивчаються по спеціальності.

Контроль якості опанування студентом дисципліни здійснюється шляхом опитування на практичних заняттях, при перевірці ДКР та МКР, а також при проведенні екзамену.

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Матеріал кредитного модуля вивчається у третьому семестрі на лекціях та практичних заняттях. Теоретичний матеріал викладається та в подальшому використовується для розв'язання вправ і задач на базі підручників та навчальних посібників, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для студентів вищих навчальних закладів.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він одержує за:

- 1) виконання і захист лабораторних робіт;
- 2) відповіді на практичних заняттях;
- 3) виконання модульної контрольної роботи;
- 4) виконання домашньої контрольної роботи;
- 5) письму відповідь на екзамені.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

#### 1. Практичні заняття

Робота на практичних заняттях оцінюється із 5 балів:

- «відмінно» – самостійна відповідь (розв'язана задача, виконане завдання) – 5 балів;
- «добре» – відповідь (розв'язана задача, виконане завдання з незначними недоліками) або зі незначною допомогою викладача (аудиторії) – 4 бали;



- «задовільно» – відповідь (частково розв’язана задача, виконане завдання) або зі значною допомогою викладача (аудиторії) – 3 бали;
- «незадовільно» – студент не здатний виконати завдання /відповісти на поставлене питання (розв’язати задачу, виконати завдання) навіть з допомогою викладача – 0 балів.

Максимальна кількість, яку студент може отримати на 12 практичних заняттях  
 $12 \times 5 / 2.5 = 24$  бали

## 2. Лабораторні роботи

Виконання лабораторних робіт оцінюються із 5 балів кожна:

- «відмінно» – виконаний звіт, відмінний захист – 5 балів;
- «добре» – виконаний звіт, добрий захист, є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 4 бали;
- «задовільно» – неповністю виконаний звіт, невпевнений захист – 3 бали;
- «незадовільно» – робота не виконана або не захищена, робота не зарахована – 0 балів.

Кількість лабораторних робіт в межах кредитного модуля: 3.

Максимальна кількість балів за кожну лабораторну роботу становить:

ЛР №1: 5 балів;

ЛР №2: 5 балів;

ЛР №3: 5 балів.

Максимальна кількість балів за весь цикл з трьох лабораторних робіт становить  
 $5+5+5=15$  балів.

## 3. Модульна контрольна робота

Модульна робота оцінюється із 15 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з двох запитань та задачі.

Кожне запитання оцінюється з 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування – 5 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), є незначні неточності – 4 бали;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), є деякі помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Кожна задача оцінюється з 5 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повне розв’язання задачі (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування – 5 балів;
- «добре» – достатньо повне розв’язання задачі (не менше 75% потрібної інформації), є незначні неточності – 4 бали;
- «задовільно» – неповне повне розв’язання задачі (не менше 60% потрібної інформації), є деякі помилки – 3 бали;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

$3 \times 5 = 15$  балів.

## 4. Домашня контрольна робота

Домашня контрольна робота оцінюється із 10 балів:

- «відмінно» правильно і повністю виконані всі завдання (не менше 90% потрібної інформації) – 9-10 балів;
- «добре» – частково виконані завдання (не менше 75% потрібної інформації) – 7-8 балів;

- «задовільно» – завдання контрольної роботи виконані із помилками (не менше 60% потрібної інформації) – 6 -7 балів;
- «незадовільно» – завдання не виконані або містять грубі помилки, ДКР не зараховано – 0 балів.

За кожний тиждень затримки із поданням домашньої контрольної роботи нараховуються штрафні –2 бали (усього не більше – 6 балів).

Максимальна кількість балів за домашню контрольну роботу:  
 $1 \times 10 = 10$  балів.

### **5. Штрафні та заохочувальні бали.**

Штрафні бали не передбачені. Заохочувальні бали (сума заохочувальних балів не має перевищувати 0,1 від суми оцінювання навчально-пізнавальної діяльності студента у семестрі, тобто + 6 балів):

- участь у модернізації, супроводженні та адмініструванні забезпечення з дисципліни, виконання завдань з удосконалення методичних та дидактичних матеріалів з дисципліни з підготовкою доповіді +1...+6

### **6. Розрахунок шкали (R) рейтингу за семестр**

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру становить:

$$R_C = 24 + 15 + 15 + 10 = 64 \text{ бали.}$$

### **7. Екзамен**

Оцінка за відповідь на екзаменаційний білет складається за результатами відповідей на три питання: 2 теоретичні та одне практичне. Максимальна кількість балів за екзамен – 36, у тому числі:

- 12 балів за відповідь на перше теоретичне питання;
- 12 балів за відповідь на друге теоретичне питання;
- 12 балів за розв'язання практичного завдання.

Кожне **теоретичне** питання та практичне завдання (**задача**) оцінюється у 12 балів за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 10...12 балів;
- «добре» достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь» або є незначні неточності – 9..10 балів;
- «задовільно» неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 7...8 балів;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума максимальних балів на екзамені становить:

$$R_e = 12 + 12 + 12 = 36 \text{ балів.}$$

### **Розрахунок шкали рейтингу**

Сума максимальних балів контрольних заходів складає:

$$R_C = 24 + 15 + 15 + 10 = 64 \text{ бали.}$$

Складова екзаменаційної шкали дорівнює 56,25 % від  $R_C$ :

$$R_E = 0.5625 R_C = 36 \text{ балів}$$

Шкала рейтингу:

$$R = R_C + R_E = 64 + 36 = 100 \text{ балів;}$$

Мінімальний стартовий рейтинг складає 40 % від  $R_C$ :

$$r_c = 0.5 R_C = 0.4 \times 64 = 25 \text{ балів.}$$

Рейтингова оцінка (RD) формується як сума балів поточної успішності навчання  $R_C$  та екзаменаційних балів  $R_E$ :

$$RD = R = R_C + R_E.$$

Для знаходження відповідних оцінок студента застосовують таблицю переведення рейтингової оцінки RD у шкалу ECTS та традиційну.

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи, є незараховані ДКР, є не виконані практичні завдання	Не допущено

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

– положення про рейтингову систему оцінки успішності доводиться на першому занятті з дисципліни;

– попередня рейтингова оцінка  $R$  з кредитного модуля (дисципліни) доводиться до студентів на останньому занятті.

Календарна атестація студентів з дисципліни проводиться викладачами за значенням поточного рейтингу студента на час атестації  $t$ . Якщо значення цього рейтингу не менше **50%** від максимально можливого ( $R$ ) на час атестації  $RD_t \geq 0,5R$ , студент виставляється оцінка «атестований».

В іншому випадку – в атестаційній відомості виставляється «не атестований».

#### Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено: доцент кафедри ТК, к.т.н., доцент Цуканов О.Ф.

доцент кафедри ІКТС, к.т.н., доцент Ільницький А.І.

Ухвалено кафедрою ІКТС НН ІТС (протокол № 14 від 19.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08.06.2023 р.)