



# НОВІТНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити 120 годин, з них аудиторні 54 год., самостійна робота – 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік (письмовий) / Поточний контроль, МКР
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., професор Куц Юрій Васильович, <a href="mailto:y.kuts@ukr.net">y.kuts@ukr.net</a> Повшенко Олександр Анатолійович, <a href="mailto:scela2472@gmail.com">scela2472@gmail.com</a>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс: G Suite: код msdbvbs Moodle: <a href="https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=3324">https://do.ipu.kpi.ua/course/view.php?id=3324</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Новітні системи та технології обробки сигналів» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки. Роль і значення дисципліни полягає у вивченні принципів та алгоритмів опрацювання сигналів в комп'ютеризованих системах неруйнівного контролю та технічної діагностики (ТД НК), технології опрацювання експериментальних даних та моделювання процесів опрацювання інформаційних сигналів в таких системах, набутті навичок розв'язання інженерних задач, що виникають в ході проектування таких систем, вивченні принципів застосування сучасних інформаційних технологій для розв'язання практичних задач функціонального тестування аналого-цифрових інтегральних мікросхем. Розглянутий матеріал дасть змогу майбутньому фахівцю створювати та застосовувати сучасні комп'ютерно-інтегровані технології в неруйнівному контролі та діагностиці. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін та виконанні магістерських дисертацій.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей:

- аналізувати процеси, що протікають в автоматизованих системах неруйнівного контролю та діагностики;
- опрацьовувати та моделювати інформаційні сигнали в автоматизованих системах неруйнівного контролю та діагностики.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

- застосовувати спеціалізований інструментарій для математичного моделювання процесів, що протікають в системах неруйнівного контролю та діагностики (зокрема, у їх електронних трактах);
- опрацьовувати та моделювати інформаційні сигнали в роботизованих системах неруйнівного контролю та діагностики;

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

Дисципліна «Новітні системи та технології обробки сигналів» базується на знаннях, здобутих студентами під час навчання на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти в процесі вивчення ними вищої математики, фізики, електротехніки та програмування. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, в переддипломній практиці, а також при виконанні магістерських дисертацій.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

На першому занятті передбачається ознайомлення студентів із структурою дисципліни, планом та порядком проведення лекційних занять, видами календарного та семестрового контролів, системою оцінювання (зокрема рейтинговою системою оцінювання успішності студентів).

Лекційні заняття присвячені вивченню загальних питань побудови та опрацювання даних в комп'ютерно-інтегрованих системах (КІС) НКТД, розгляду прикладів таких систем, а також вивченню сучасних технологій визначення параметрів і характеристик інтегральних мікросхем (ІМС) різного призначення. Проведення лекцій супроводжується переглядом презентаційних матеріалів. Крім того, передбачено перегляд відеоматеріалів, присвячених застосуванню КІС НКТД у промисловості. Тематичний зміст дисципліни наступний:

Розділ 1. Технології визначення параметрів і характеристик інтегральних мікросхем (ІМС).

Тема 1.1. Процес розроблення, виробництва та функціонального контролю ІМС.

Тема 1.2. Основні компоненти мікросхеми змішаних сигналів. Визначення параметрів регулятора напруги.

Тема 1.3. Електронний підсилювач та методики вимірювання його характеристик.

Тема 1.4. Методи контролю цифрової частини інтегральних мікросхем.

Розділ 2. Загальні питання побудови та опрацювання даних в КІС НКТД

Тема 2.1. Формування та опрацювання інформаційних сигналів в КІС НКТД.

Тема 2.2. Приклади реалізації систем НК та ТД.

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

**Базова література**, з якою потрібно ознайомитись для опанування дисципліни:

1. Новітні системи та технології. Частина 1. Загальні питання побудови та опрацювання даних в КІС НКТД / Укладачі: Куц Ю.В., Лисенко Ю. Ю., Момот А.С. // [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»/КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,47 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48702>

2. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник / В.П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; під ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / –К.: Ун-т новітніх технологій, 2017. – 496 с.

3. Статистичний аналіз даних вимірювань: Навч. посіб / Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Самойліченко О.В. –К.: НАУ, 2015.– 321 с.

**Додаткова література**, яку рекомендовано використовувати для поглиблення знань з окремих питань дисципліни:

4. Маєвський С.М. Основи побудови систем аналізу сигналів у неруйнівному контролі: Навч. посібник / С.М. Маєвський, В.П. Бабак, Л.М. Щербак. – К.: Либідь, 1993. – 200 с.
5. Білокур І.П. Основи дефектоскопії: Підручник. – К.: „Азимут-Україна”, 2004.– 496 с
6. Куц Ю.В., Щербак Л.М. Статистична фазометрія.– Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя. –2009. – 383 с.
7. Теорія ймовірностей, випадкові процеси та математична статистика / В.П. Бабак, Б.Г. Марченко, М.Є. Фриз. – К.: Техніка, 2004.- 288 с.
8. Маєвський С.М., Серий К.М. Координатна ресстрація інформації в дефектоскопії. Серія Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. –Львів. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України., 2011 р. –116 с.
9. Термінологічний словник з неруйнюючого контролю: Довідковий посібник / Упоряд. І.П. Білокур, О.С. Боровіков, В.В. Лубяний, А.М.,Овсянкін, В.М. Прохоренко, В.В. Черняк. – К.: ІСДО, 1995. – 228 с.
10. Bums M. An introduction to mixed-signal IC test and measurement / Mark Bums, Gordon Roberts. – Oxford University Press, 2011, 836 p.
10. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник. –Вінниця: ВНТУ, 2015. –230 с
11. Мардиа К. Статистический анализ угловых наблюдений: Пер. с англ. – М.: Глав. ред. физ.-мат. лит. изд-ва “Наука”, 1978.–240 с.
12. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: Підручник/ В.К. Цапенко, Ю.В.Куц. –К.: НТТУ «КПІ», 2010, 448 с.
13. Хоровиц П. Искусство схемотехники: В 3-х томах: Т.1. Пер. с. Англ. – 4-е изд. перераб. и доп. / Хоровиц П., Хилл У. –М.: Мир, 1993. 413 с.
14. Неразрушающий контроль. 1- 5 тт. Под ред. В. В. Сухорукова.. – Москва «Высшая школа» 1992 г.
15. Н. Хастингс, Дж. Пикок. Справочник по статистическим распределениям. – М.: Статистика, 1980. – 95 с.
16. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. –К.: Вища школа, 1983. –455 с
17. Технические средства диагностики: Справочник / В.В. Клюев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др.; Под общ. ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 1989. 672 с.
18. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x – В 2-х т. –М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1999.–366 с. (Т1), 304 с. (Т2).
19. Клюев В.В. Неразрушающий контроль: Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева - М.: Машиностроение, 2004.
20. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник под ред. В.В. Клюева .в 2-х тт. – М. Машиностроение, 1986 г.
21. Ермолов И.Н. Теория и практика ультразвукового контроля. Машиностроение, М., 1981.
22. Ультразвуковые преобразователи для неразрушающего контроля. Под. ред. Ермолова И.Н. Машиностроение, М., 198 б.
23. Ермолов И.Н. Акустические методы контроля. Под.ред. В.В.Сухорукова. Высшая школа, М., 1991.
24. Домаркас В.И., Пилецкас Э.Л. Ультразвуковая эхоскопия. Машиностроение, Л., 1988.
25. Бриггер И.А. Техническа диагностика. – М. Машиностроение, 1978.–240с.
26. Коллакот Р. Диагностика повреждений: пер с англ. –М.: Мир, 1989.– 512с.
27. Ультразвук (*маленькая энциклопедия*). Под.ред. Голямина И.П. Изд."Советская энциклопедия", М., 1979.– 400 с.

28. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения. М. Изд-во Стандартов, 1990.

29. Титце У. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Т.1. Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.

## Навчальний контент

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

Навчальні заняття передбачені у формі лекцій, практичних занять та самостійної роботи студентів. Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

#### Лекційні заняття:

Лекційний курс розрахований на вивчення загальних питань побудови та опрацювання даних в КІС НКТД, опанування технологіями визначення параметрів і характеристик інтегральних мікросхем (ІМС). Нижче наведено деталізований опис лекційних занять.

#### Розділ 1.

##### Тема 1.1.

Лекція 1. Основні поняття та процес розроблення ІМС.

Визначення поняття ІМС. Історія появи ІМС та основні етапи їх розвитку. Види сучасних ІМС. Основні типи ІМС (аналогові, цифрові, аналогово-цифрові) та області їх застосування. Сучасний процес виробництва ІМС та його основні етапи – розроблення, характеристикація, виробництво (створення пластин, формування структур ІМС, розрізання пластин, пакування, функціональне тестування)).

##### Тема 1.2.

Лекція 2. Основні компоненти ІМС змішаних сигналів. Визначення параметрів регулятора напруги.

Конструкція та компоненти ІМС змішаних сигналів. Визначення регулятора напруги та його основні характеристики (нестабільність вихідної напруги по навантаженню, нестабільність вихідної напруги по мережі, коефіцієнт пригнічення пульсації, напруга відключення). Методики вимірювання зазначених характеристик. Визначення та пояснення необхідності налаштування (trimming) блоків ІМС.

##### Тема 1.3.

Лекція 3. Електронний підсилювач та його характеристики.

Структура вхідного буфера ІМС. Визначення вхідного та вихідного опорів мікросхеми. методи вимірювання вхідного та вихідного опорів мікросхем. Характеристики підсилювачів. Вхідне та вихідне зміщення напруги. Коефіцієнт підсилення. Методика вимірювання зазначених параметрів.

Лекція 4. Характеристики та вимірювання параметрів компараторів.

Характеристики компараторів (зсув вхідної напруги, рівень спрацювання компаратора) і методи їх вимірювання; гістерезис.

##### Тема 1.4.

Лекція 5. Методи контролю цифрової частини ІМС.

Методики тестування цифрової частини ІМС. Основні дефекти цифрової частини та методи їх виявлення. Алгоритми тестування пам'яті ІМС (March test algorithm). Спеціальні методи контролю цифрової частини мікросхеми.

#### Розділ 2

## Тема 2.1

Лекція 6. Формування та опрацювання інформаційних сигналів в КІС НКТД.

Передмова. Загальні поняття та визначення, пов'язані з КІС НКТД. Загальна характеристика методів НК. Порівняльна характеристика руйнівних і неруйнівних методів контролю. Предметна область, завдання та узагальнена структура систем НК. Узагальнена структура КІС НКТД. Аналіз факторів, що впливають на вибір та обґрунтування структури системи діагностики та НК. Варіанти реалізації процесу контролю та діагностування.

Лекція 7. Моделювання як спосіб дослідження процесу опрацювання інформаційних сигналів КІС НКТД.

Типові інформаційні сигнали та їх параметри для застосування в КІС НКТД. Моделі детермінованих сигналів. Моделі випадкових сигналів. Поняття випадкової функції та випадкового процесу. Метод оберненої функції як інструмент генерування реалізацій випадкових величин із заданим розподілом. Оцінювання відношення сигнал/шум в КІС НКТД.

Лекція 8. Опрацювання інформаційних сигналів КІС НКТД в частотній області.

Ряд Фур'є та перетворення Фур'є як інструменти аналізу сигналів НК в частотній області. Комплексний ряд Фур'є. Поняття спектру. Поширення ряду Фур'є на майже періодичні функції. Представлення рядом Фур'є сигналів зі стрибками. Явище Гіббса. Гармонічний аналіз неперіодичних сигналів. Властивості перетворення Фур'є.

Лекція 9. Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) та особливості його реалізації в середовищі MATLAB.

ДПФ обмежених в часі сигналів. ДПФ необмежених в часі сигналів. Похибки ДПФ. Особливості застосування операторів прямого та зворотного перетворень Фур'є в системі MATLAB. Особливості графічного відображення результатів спектрального аналізу.

Лекція 10. Перетворення Гільберта та його застосування в аналізі циклічних сигналів КІС НКТД.

Перетворення Гільберта як оператор перетворення сигналів в часовій області. Властивості та його практична реалізація. Дискретне перетворення Гільберта. Визначення характеристик циклічних сигналів (амплітудних, фазових частотних) за допомогою перетворення Гільберта.

Лекція 11. Методи теорії ймовірностей та математичної статистики в обробці параметрів інформаційних сигналів

Випадкові величини та випадкові кути, їх порівняльний аналіз. Графічне зображення результатів спостереження випадкові величини та випадкові кут. Випадкові величини (ВВ) і їх характеристики. Функцією розподілу ймовірностей ВВ та її характеристики. Щільність розподілу ймовірностей ВВ та її характеристики. Числові характеристики ВВ та їх властивості.

Лекція 12. Статистичне оцінювання числових характеристик ВВ в аналізі інформаційних сигналів

Статистичні оцінки числових характеристик ВВ. Оцінювання щільності ймовірностей сигналів і параметрів. Оцінювання кореляційних функцій сигналів. Оцінювання спектральних характеристик сигналів. Приклади оцінювання спектральних щільностей сигналів.

Лекція 13. Елементи теорії ймовірностей випадкових фазових зсувів сигналів (випадкових кутів).

Поняття випадкового кута (ВК) та випадкового фазового зсуву сигналів. Функції розподілу ймовірностей ВК та їх властивості. Щільність розподілу ймовірностей ВК та її властивості. Характеристична функція ВК та її властивості. Приклади щільностей розподілу ймовірностей ВК: намотаний гауссовий розподіл та розподіл Мізеса.

Лекція 14. Вибіркові кругові характеристики та їх використання в опрацюванні фазових характеристик циклічних сигналів.

Числові характеристики випадкових кутових величин: центральні тригонометричні моменти, кругове середнє відхилення, кругова дисперсія, кругові медіана, асиметрія ексцес, кругове стандартне відхилення, результуюча довжина вектора. Вибіркові числові характеристики випадкових кутових величин. Геометрична інтерпретація вибірових кругових статистик.

## Тема 2.2

Лекція 15. Акустична кореляційна система пошуку течі в напірних трубопроводах. Методи виявлення витоків у трубопроводах. Методи і засоби акустичного контактного пошуку витоків. Структурна схема та принцип дії кореляційної системи пошуку течі в напірних трубопроводах. Моделі сигналів кореляційної системи пошуку течі. Алгоритм визначення оцінки кореляційної функції в таких системах.

Лекція 16. Система ультразвукової фазової луна-імпульсної товщинометрії.

Особливості застосування  $r$ -статистики, визначеної за фазовою характеристикою сигналів, для ультразвукової лунаімпульсної товщинометрії. Модель сигналів, структура системи, методика опрацювання експериментальних даних, оцінювання вірогідності контролю, особливості реалізації.

Лекція 17. Роботизована система вихрострумowego контролю об'єктів зі складною геометричною формою.

Структура роботизованої адаптивної системи неруйнівного вихрострумowego контролю (ВСК). Вимоги до блоків апаратної складової системи. Програмно-алгоритмічні засоби управління процесом збору та опрацювання експериментальних даних.

Лекція 18. Автоматизація процесу неруйнівного контролю

Автоматизація неруйнівного контролю як важлива складова автоматизації виробничих процесів. Особливості автоматизації процесу ВНК. Промислові роботизовані системи та їх застосування у виробництві. Технічні характеристики промислових роботів. Приклади автоматизованих та роботизованих систем ВСК.

### Лабораторні заняття:

Основні завдання циклу лабораторних занять (комп'ютерного практикуму) полягають у закріпленні лекційного теоретичного матеріалу. На практичних заняттях студенти мають можливість ознайомитись з методикою розрахунків сигналів КІС НКТД та їх інформативних параметрів, застосовувати сучасні інформаційні технології в задачах моделювання інформаційних процесів в КІС НКТД та визначення параметрів ІМС під час їх тестування. За результатами вивчення розділів кредитного модулю з метою перевірки знань можуть проводитись усні опитування та письмові контрольні роботи. Нижче наведено опис практичних занять з переліком основних питань:

ЛР 1. Технологія вимірювання та аналізу параметрів регулятора напруги. Визначення параметрів сигналів мікросхем LDO.

ЛР 2. Технологія вимірювання та аналізу вхідного опору ІМС (4год). Дослідження чотиріпровідникової схеми вимірювання опору.ПЗ 3.

ЛР 3. Технологія вимірювання та аналізу характеристик компараторів та операційного підсилювача.

ЛР 4. Дослідження статичних характеристик цифро-аналогового перетворювача.

ЛР 5. Моделювання випадкових величин із заданим законом розподілу. Дослідження методу оберненої функції для генерування вибірок випадкових величин із заданим розподілом.

ЛР 6. Дослідження спектрів періодичних сигналів (4 год)

ЛР 7. Дискретне перетворення Гільберта та його застосування для визначення характеристик циклічних сигналів

## 6. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 48 години для самостійної роботи студентів, з яких 6 годин відводиться на підготовку до заліку, 42 години – на підготовку до аудиторних занять, модульної контрольної роботи, опрацювання матеріалів лекцій та практичних занять, ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота студента направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу, на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни та здобуття навичок самостійного опанування матеріалу.

## Політика та контроль

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

Основні вимоги для вивчення дисципліни та успішного проходження семестрового контролю:

- **правила відвідування занять:**
  - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
  - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференцій на платформі Zoom (або будь якій іншій за вимогою студентів), посилення надається старостам на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
  - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни;
  - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернеті;
  - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять;
  - поточні запитання за темою заняття необхідно прописувати в чаті конференції, щоб запобігти перериванню викладення матеріалу на середині. У перерві між темами (підтемами) ці питання будуть розглянуті.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
  - докладна інформація про штрафні та заохочувальні бали наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
  - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
  - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
  - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
  - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
  - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів



навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;

- нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
- негативний результат оцінюється в 0 балів.

### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Оскарження результатів контрольних заходів**

У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

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

Оцінювання результатів навчання студента здійснюється за 100-бальною системою та передбачає оцінювання навчальної діяльності здобувача впродовж семестру – виконання експрес-контрольних робіт та роботу на практичних заняттях та/або написання залікової роботи (оцінювання під час семестрового контролю).

Рейтинг студента формується як сума балів, отриманих студентом за:

- виконання 1 модульної контрольної роботи;
- виконання 2 контрольних робіт;
- роботи на 18 практичних заняттях.

### **8.1. Критерії нарахування балів**

#### **Модульна контрольна робота**

Ваговий бал – 14. Проводиться в якості письмової роботи. Критерії оцінювання:

14-13 балів – відповіді правильні, повні, повністю розкривають сутність поставленого питання, демонструють глибокі знання студента з даного розділу (не менше 90% потрібної інформації);

12-11 балів – виконана більша частина завдання, відповіді в основному правильні, але не повні (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями;

10-8 балів – виконані не всі пункти завдання, відповіді не конкретизовані, не розкривають сутності поставленого питання або розкривають її лише частково (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки ;

0 балів – незадовільна відповідь, завдання не виконано.

#### **Контрольні роботи**

Ваговий бал – 7. Проводиться в якості письмової роботи. Критерії оцінювання:

7 балів – відповіді правильні, повні, повністю розкривають сутність поставленого питання, демонструють глибокі знання студента з даного розділу (не менше 90% потрібної інформації);

5-6 балів – виконана більша частина завдання, відповіді в основному правильні, але не повні (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями;

4 бали – виконані не всі пункти завдання, відповіді не конкретизовані, не розкривають сутності поставленого питання або розкривають її лише частково (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки;

0 балів – незадовільна відповідь, завдання не виконано.

#### **Практичні заняття**

Ваговий бал – 4. Критерії оцінювання:

4 бали – творчо виконане завдання, враховані всі особливості роботи/завдання, продемонстровано глибокі знання з даної дисципліни (не менше 80% потрібної інформації);

2-3 бали – завдання виконано з недоліками, проте враховано майже всі особливості роботи/завдання, або є несуттєві помилки;

0 балів – завдання не виконане або є грубі помилки.

### **8.2. Штрафні та заохочувальні бали**



- якщо контрольна робота здається (виконується) невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то нараховується 2 штрафних бали (знімається 2 бали);
- за участь у факультетських олімпіадах з дисципліни, модернізації методичного забезпечення надається від 1 до 5 заохочувальних балів;
- за активну участь у практичних роботах та лекціях надається від 1 до 5 заохочувальних балів.

Сума штрафних балів не може перевищувати -5, сума заохочувальних балів не може перевищувати +5.

### 8.3. Умови позитивного календарного контролю

Для отримання «атестовано» з першого календарного контролю (першої атестації) студент повинен мати не менше ніж 18 балів та виконання однієї контрольної роботи. Умовою другого календарного контролю – отримання не менше 36 балів та виконання двох контрольних робіт.

### 8.4. Умови позитивного семестрового контролю

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх практичних занять, контрольних робіт та рейтинг не менше 60 балів. В такому разі студент отримує відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань, яка переводиться до оцінок за університетською шкалою згідно таблиці 1.

У випадку дистанційного навчання та пропуску більше 50% лекційних занять для того, щоб отримати допуск до заліку студент повинен по кожному пропущеному заняттю виконати реферати (завдання) за відповідною тематикою і захистити їх.

У випадку, коли студент виконав усі умови допуску до заліку та має рейтинг менше 60 балів, або бажає підвищити свій рейтинг, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи. Після виконання залікової контрольної роботи, студент отримує в якості підсумкової оцінки більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

### 8.5. Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

На заліку студенти мають представити відповідь в письмовій формі за тематикою завдання. Кожне завдання містить два теоретичних запитання (завдання) і одне практичне (задачу).

Кожне теоретичне питання оцінюється у 35 балів, за такими критеріями:

35-34 балів – повна відповідь, студент демонструє додаткові знання та загальну обізнаність (не менше 90% потрібної інформації);

33-30 балів – достатньо повна відповідь, незначні неточності, студент володіє знаннями по даному питанню (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності);

29-26 балів – неповна відповідь, суттєві неточності, студент володіє тільки частиною знань з даного питання (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки);

0 балів – незадовільна відповідь або взагалі відсутня, рівень знань, продемонстрований студентом, низький.

Практичне завдання оцінюється у 30 балів, за такими критеріями:

30-28 балів – повне безпомилкове розв'язування завдання з усіма коментарями (усними та письмовими);

27-25 балів – повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями;

24-22 балів – завдання виконане з певними недоліками;

0 балів – завдання не виконано.

Таблиці 1

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо

Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані практичні роботи, або не зарахована контрольні роботи, або стартовий рейтинг менше 26 балів	Не допущено

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

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль наведено у додатку до силабусу.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склали:**

професор, д.т.н., професор Куц Юрій Васильович,  
асистент Повшенко Олександр Анатолійович.

**Ухвалено** кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023).

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023)