



# ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛООВОГО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<b>Перший (бакалаврський)</b>
<b>Галузь знань</b>	15 Автоматизація та приладобудування
<b>Спеціальність</b>	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
<b>Освітня програма</b>	Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні
<b>Статус дисципліни</b>	Вибіркова
<b>Форма навчання</b>	очна(денна)
<b>Рік підготовки, семестр</b>	4 курс, осінній семестр
<b>Обсяг дисципліни</b>	4 кредити / 120 годин, з них аудиторні 54 год., самостійна робота - 66 год.)
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	Залік
<b>Розклад занять</b>	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
<b>Мова викладання</b>	Українська
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	Лектор: к.т.н., д.п.н., професор Протасов Анатолій Георгійович, <a href="mailto:a.g.protasov@gmail.com">a.g.protasov@gmail.com</a> Лабораторні: к.т.н., Лисенко Юлія Юріївна, <a href="mailto:j.lysenko@kpi.ua">j.lysenko@kpi.ua</a>
<b>Розміщення курсу</b>	Посилання на дистанційний ресурс: Moodle: <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1896">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1896</a> G Suite: код iep5hy

### Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технології теплового неруйнівного контролю» відноситься до циклу професійної підготовки. Дана дисципліна необхідна для формування у студентів знань про методи вимірювання температури та інтерпретації результатів. Розглянутий матеріал дасть змогу майбутньому фахівцю створювати та застосовувати сучасні комп'ютерно-інтегровані технології та проводити автоматизацію процесів оцінювання стану об'єктів за їх тепловими полями. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації процесів теплового неруйнівного контролю.

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

- уміти реалізовувати нестандартні методи вимірювання температури для вирішення задач автоматизації процесів теплового контролю.

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

Дисципліна «Технології теплового неруйнівного контролю» базується на знаннях, здобутих студентами на початкових курсах в процесі вивчення ними вищої математики, фізики, матеріалознавства, комп'ютерного моделювання процесів і систем. Набуті під час вивчення дисципліни знання, вміння та досвід можуть бути використані студентами в подальшому при вивченні спеціальних дисциплін, таких як проектування систем автоматизації, сучасні технології неруйнівного контролю, переддипломна практика, а також при виконанні дипломних проектів бакалаврів та магістерських дисертацій.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

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

Лекційні заняття присвячені вивченню основних понять і термінів теплового неруйнівного контролю; видів, методів теплового неруйнівного контролю та загальних фізичних основ, на яких вони базуються; принципів автоматизації процесів вимірювання температури. Проведення лекцій супроводжується переглядом презентаційних матеріалів. Крім того, передбачено перегляд відеоматеріалів, присвячених застосуванню теплового неруйнівного контролю у промисловості та медицині. Тематичний зміст дисципліни наступний:

Розділ 1. Основи передачі теплової енергії.

Тема 1.1. Поняття про теплопровідність, конвекцію та теплове випромінювання. Диференційні рівняння теплопровідності

Тема 1.2. Закони інфрачервоного випромінювання для абсолютно чорного тіла та сірих тіл. Визначення енергетичної світимості матеріалів.

Тема 1.3. Фізичні основи вимірювання температури. Температурні шкали.

Розділ 2. Принципи побудови засобів реєстрації температурного поля.

Тема 2.1. Класифікація засобів вимірювання температури.

Тема 2.2. Тепловізори Радіометри, пірометри та теплові дефектоскопи.

Тема 2.3. Використання теплових методів для контролю теплофізичних характеристик матеріалів.

Розділ 3. Нетрадиційні методи вимірювання температури

Тема 3.1. Ультразвукові методи вимірювання температури

Тема 3.2. Методи вимірювання температури шумовими термометрами

Розділ 4. Багато параметрові системи теплового неруйнівного контролю.

Тема 4.1. Тепловізійні методи контролю.

Тема 4.2. Комплексні метод контролю.

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

**Базова література**, яку потрібно прочитати для опанування дисципліни:

1. Технології теплового неруйнівного контролю [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / А. Г. Протасов, Ю. Ю. Лисенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 133 с.

2. Технології теплового неруйнівного контролю. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні» спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: А. Г. Протасов, Ю. В. Куц, Ю. Ю. Лисенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,49 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 90 с.

3. Дудик М.В. Практичний курс термодинаміки і статистичної фізики: навчальний посібник / М. В. Дудик – Бровари: АНФ груп, 2018. – 108 с.

4. Яремчук В. С. Теоретичні основи теплотехніки : навчальний посібник: у 2 ч. / В.С. Яремчук, В.П. Свідерський. – Хмельницький: ХНУ, 2019. – Частина 1, Технічна термодинаміка. – 2019. – 511 с.

**Додаткова література**, яку рекомендовано використовувати для поглиблених знань з дисципліни:

1. Боднар Р.Т. Фізичні основи неруйнівного контролю : навчальний посібник / Р.Т. Боднар, В. Т. Камінський, В.С. Кисіль, З.П. Лютак, О.С. Середюк. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 384 с.
2. Бабак В.П. Апаратно-програмне забезпечення моніторингу об'єктів генерування, транспортування та споживання теплової енергії : Монографія / В. П. Бабак, В. С. Берегун, З. А. Бурова, Л. Й. Воробйов, Л. В. Декуша, О. Л. Декуша, А. О. Запорожець, С. І. Ковтун – Київ: Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2016. – 298 с.
3. Грищенко Т. Г. Теплометрия: теорія, метрологія, практика. Монографія в 3-х книгах / Т.Г. Грищенко, Л.В. Декуша, Л.И. Воробйов. – Київ: Інститут технічної теплофізики НАН України, 2017. – Кн. 1: Методи та засоби вимірювання теплового потоку – 2017. – 438 с.

## Навчальний контент

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

Навчальні заняття передбачені у формі лекцій, лабораторних робіт 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 фізичних основ теплового неруйнівного контролю та принципів побудови приладів реєстрації та відображення даних контролю. Описані конструкції приладів теплового контролю та способи перетворення сигналів в них. Нижче наведено деталізований опис кожного лекційного заняття:

#### Розділ 1

#### Тема 1.1

Лекція 1. Вступна частина. Особливості та місце метода теплового контролю серед методів неруйнівного контролю. Мета вивчення курсу. Фізичні основи методів контролю якості. Зв'язок курсу з іншими дисциплінами [1,4].

Лекція 2. Поняття про теплопровідність, конвекцію та теплове випромінювання.

Класифікація методів теплового контролю. Типи теплопередачі, теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Основні закони теплопередачі. [1,4]

Лекція 3. Поняття про теплопровідність, конвекцію та теплове випромінювання.

Стаціонарні та нестационарні теплові режими. Диференційні рівняння теплопровідності. Теплові хвильові процеси. Закономірності теплового випромінювання. [3,4].

#### Тема 1.2

Лекція 4. Закони інфрачервоного випромінювання для абсолютно чорного тіла та сірих тіл.

Основні закони інфрачервоного випромінювання для абсолютно чорного тіла. [2]. Основні закони інфрачервоного випромінювання для сірих тіл [2].

Лекція 5. Закони інфрачервоного випромінювання для абсолютно чорного тіла та сірих тіл.

Джерела інфрачервоного випромінювання. Випромінюючі та поглинаючі моделі абсолютно чорного тіла. Зразкові випромінювачі [2].

#### Тема 1.3

Лекція 6. Фізичні основи вимірювання температури. Температурні шкали.

Фізичні основи вимірювання температури. Температурні шкали. Засоби вимірювання температури. Контактні та безконтактні засоби реєстрації температурного поля [4].

## Розділ 2

### Тема 2.1

Лекція 7. Класифікація засобів вимірювання температури.

Класифікація приймачів випромінювання. Пропускання інфрачервоного випромінювання атмосферою. Коефіцієнт використання випромінювання [3, 4].

### Тема 2.2

Лекція 8. Радіометри, пірометри та теплові дефектоскопи.

Пірометри: яскраві, кольорові та радіаційні. Функціональні схеми пірометрів для неруйнівного контролю. Похибки вимірювання температури [4].

Лекція 9. Радіометри, пірометри та теплові дефектоскопи.

Радіометри. Їх класифікація. Функціональна схема. Промисловий радіометр ТРМ «И». Оптична система. Структурна схема. Використання радіометра для якісної оцінки коефіцієнта теплового випромінювання поверхні об'єкту контролю [ 2, 3 ]. Теплові дефектоскопи. Їх класифікація. Теплометричний дефектоскоп. Функціональна схема дефектоскопа [ 1, 3, 4 ].

Лекція 10. Радіометри, пірометри та теплові дефектоскопи.

Джерела теплового збудження об'єкта контролю. Класифікація джерел теплового збудження. Кварцові галогенні лампи. Лазерні нагрівачі. Плазмотрони [ 9 ].

Лекція 11. Тепловізійні системи неруйнівного контролю.

Похибки, виникаючі при активному тепловому неруйнівному контролі. Проблема коефіцієнту випромінювання. Методи його врахування в пірометрії та тепlobаченні. Способи боротьби з похибками [ 1, 3 ].

### Тема 2.3.

Лекція 12. Використання теплових методів для контролю теплофізичних характеристик матеріалів.

Фізичні принципи визначення теплофізичних характеристик матеріалів. Основні теплофізичних характеристик матеріалів та їх взаємозв'язок. Способи теплового збудження об'єкту. Аналітичні вирази для характеристик [9].

Лекція 13. Використання теплових методів для контролю теплофізичних характеристик матеріалів.

Прилади з оптичним імпульсним нагрівом. Структурні схеми та принцип дії. Характеристики приладів з оптичним імпульсним нагрівом. Контрольна робота за темою розділів 1 та 2.

## Розділ 3

### Тема 3.1

Лекція 14. Ультразвукові методи вимірювання температури

Теоретичні основи ультразвукові термометрії. Швидкість розповсюдження ультразвуку у середовищі, як функція температури. Характеристики ультразвукових термометрів.

Лекція 15. Ультразвукові методи вимірювання температури

Ультразвукові засоби вимірювання температури. Контактні і безконтактні термометри та їх характеристики. Тепловий Гістерезис. Прилади з авто циркуляцією імпульсів.

### Тема 3.2

Лекція 16. Методи вимірювання температури шумовими термометрами

Теоретичні основи шумової термометрії. Броунівський рух. Пульсації напруги у металевих дротах. Функціональна залежність шумової напруги від температури. Шумові термометри. Принцип дії

термометрів. Конструкції первинних перетворювачів. Переваги шумових термометрів. Область застосування.

## Розділ 4

### Тема 4.1

#### Лекція 17. Тепловізійні методи контролю

Тепловізійний метод контролю вологості. Фізичний принци контролю вологості. Методи усунення похибок від нерівномірності коефіцієнту випромінювання [9]. Вібротепловізійний метод контролю. Принцип дії методу. Дефекти, що можуть бути виявлені вібротепловізійним методом контролю [1, 2, 3]. Метод теплової томографії. [9].

### Тема 4.2

#### Лекція 18. Комплексні методи контролю.

Радіо-тепловий метод контролю. Фізичні основи СВЧ термометрії. СВЧ термометри. Галузь застосування методу [9]. Вихрострумотепловий метод контролю. Фізичні принципи реалізації методу. Радіоімпульсне збудження металевих об'єктів полем індуктора. Залежність теплового процесу від теплофізичних і одночасно електромагнітних параметрів об'єкту. Теплологографічний метод контролю композитів. Фізичний принцип методу. Контроль тонкостінних оболонок з полімерних композиційних матеріалів. [9].

### Лабораторні заняття:

Основні завдання циклу лабораторних занять: закріпити теоретичний матеріал, отримати практичні навички роботи з приладами теплового контролю, викликати інтерес до подальшого застосування знань з дисципліни в навчальній, науковій та професійних сферах. Нижче наведено деталізований опис лабораторних занять:

ЛЗ 1. Вступне заняття з техніки безпеки й правил поведіння в лабораторії. Визначення спектральної густини енергетичної світимості об'єкту. Самостійна робота 1.

ЛЗ 2. Знайомство з різними типами перетворювачів променевих теплових потоків. Особливості конструювання перетворювачів променевих теплових потоків. Самостійна робота 2.

ЛЗ 3. Використання технології one-wire в цифрових перетворювачах температури. Особливості конструювання цифрових перетворювачів температури. Реконструкція картини теплового поля об'єкта контролю. Способи реконструкції теплового поля ОК в середовищі Matlab. Самостійна робота 3.

ЛЗ 4. Вимірювання температур поверхонь безконтактним та контактним методом. Порівняння властивостей абсолютно чорного і сірого тіла. Самостійна робота 4.

ЛЗ 5. Моделювання задач теплового неруйнівного контролю в середовищі Comsol Multi Physics (частина 1). Граничні умови для диференційних рівнянь у задачах теплового контролю. Самостійна робота 5.1.

ЛЗ 6. Моделювання задач теплового неруйнівного контролю в середовищі Comsol Multi Physics (частина 2). Сучасні можливості візуалізації результатів моделювання. Самостійна робота 5.2.

ЛЗ 7. Застосування 3D моделювання в задачах теплового неруйнівного контролю в середовищі Comsol Multi Physics. Особливості представлення моделі ОК, врахування граничних умов. Самостійна робота 6.1.

ЛЗ 8. Застосування 3D моделювання в задачах теплового неруйнівного контролю в середовищі Comsol Multi Physics (частина 2). Способи представлення результатів моделювання. Самостійна робота 6.2.

ЛЗ 9. Дослідження режимів роботи тепловізора на прикладі контролю багат шарових пластин. Визначення прихованих дефектів в об'єктах.

ЛЗ 10. Підбиття підсумків

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 66 годин для самостійної роботи студентів, з яких 6 годин відводиться на підготовку до заліку та 60 годин на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, розрахунок та оформлення результатів виконання лабораторних робіт та 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-конференції 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 захисту лабораторних робіт:**
  - захист лабораторних робіт проходить під час проведення лабораторного заняття, а у випадку дистанційного навчання – за вибором студентів або у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom (кожен отримує індивідуальне запитання для усної відповіді) або шляхом заповнення тесту через GoogleForm;
  - у окремих випадках допускається можливість захисту не за розкладом та за домовленістю зі студентами.
- **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;
  - захист лабораторних робіт вважається вчасним, якщо він відбувається у межах трьох занять після проведення лабораторної роботи;
  - 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 контролі 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, виконання лабораторних робіт та/або написання залікової роботи (оцінювання під час семестрового контролю).

Рейтинг студента формується як сума балів, отриманих студентом за:

- виконання, підготовки та захист 8 робіт за результатами лабораторних занять;
- виконання 2 контрольних робіт (експрес-контроль на лекційних заняттях).

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

#### **8.1.1. Лабораторні роботи**

Ваговий бал – 12. Максимальна кількість балів за всі лабораторні заняття дорівнює 12 балів x 6 = 72 балів. Критерії оцінювання:

12-11 балів – завдання виконано в повному обсязі, є усне пояснення виконаних завдань, надано належним чином оформлений протокол;

10-9 балів – виконана більша частина завдання, пояснення невпевнені, надано оформлений протокол;

8-7 балів – виконані не всі пункти завдання та/або є певні недоліки у виконанні роботи, пояснення відсутні;

0 балів – завдання не виконано.

#### **8.1.2. Експрес-контрольна робота**

Ваговий бал – 14. Максимальна кількість балів за всі роботи дорівнює 14 балів x 2 = 28 балів. 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);

12-10 балів – виконана більша частина завдання, відповіді в основному правильні, але не повні (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями;

9-8 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.

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

- якщо лабораторна робота здається невчасно (пізніше встановленого строку) без поважної причини, то нараховується 1 штрафний бал (знімається 1 бал);
- за участь у факультетських олімпіадах з дисципліни, модернізації лабораторних робіт надається від 1 до 5 заохочувальних балів;

- за активну участь у лабораторних роботах та лекціях надається від 1 до 5 заохочувальних балів.

Сума штрафних балів не може перевищувати -10, сума заохочувальних балів не може перевищувати +10.

### 8.3. Умови позитивного календарного контролю (атестації).

Для отримання «атестовано» з першого календарного контролю (першої атестації) студент повинен мати не менше ніж 14 балів за виконання лабораторних робіт (на час атестації). Умовою другого календарного контролю – отримання не менше 35 балів за виконання лабораторних робіт (на час атестації) та написання однієї контрольної роботи.

### 8.4. Умови позитивного семестрового контролю.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних та 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 за відповідною тематикою і захистити їх. Вимоги до рефератів обговорюються окремо.

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.

### 8.6. Критерії оцінювання залікової контрольної роботи.

На заліку студенти мають представити усну доповідь 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.

Таблиця 1. Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	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):**

**Складено** професор, д.п.н., професор, Протасов Анатолій Георгійович

**Ухвалено** кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № від 2022)