

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Напрямки досліджень та розвитку комп'ютерної інженерії

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми

Для освітніх програм різних спеціальностей

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

Мова навчання

Українська

Обсяг дисципліни, кредитів ЕКТС

8

Статус дисципліни

Вибіркова

Факультет

Інформаційних технологій

Кафедра

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

| Форма здобуття освіти | Обсяг дисципліни |        | Кількість годин   |        |                    |                   |                     |                                | Форма семестрового контролю |
|-----------------------|------------------|--------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|                       |                  |        | Аудиторні заняття |        |                    |                   |                     | Самостійна робота (в т.ч. ІРС) | Залік                       |
|                       | Кредити ЄКТС     | Години | Разом             | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття | Семінарські заняття |                                |                             |
| Д                     | 8                | 240    | 82                | 32     | 32                 | 18                |                     | 158                            | +                           |

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки магістра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена

Підпис

д-р. техн. наук, професор Сергій ЛИСЕНКО

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Протокол від 18.08 2025 № 1.

Зав. кафедри

Назва

Підпис

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

### 3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Напрямки досліджень та розвитку комп'ютерної інженерії» відноситься до циклу вибіркових дисциплін та сприяє поглибленню фахових умінь зі створення робототехнічних засобів, засвоєнню сучасних технологій і підходів у сфері робототехнічної інженерії, а також набуттю практичних навичок програмування, тестування та оптимізації програмного коду для робототехнічних засобів. Опанування дисципліни формує готовність до подальшої професійної спеціалізації, розвиває мовну підготовку через роботу з технічною документацією, інтерфейсами та стандартами. У процесі навчання здобувачі набувають важливих соціальних навичок (soft skills): уміння комунікувати, працювати в команді, проявляти ініціативу, брати відповідальність і приймати інженерні рішення в умовах реальних проєктних завдань.

**Мета дисципліни.** Формування у здобувачів знань про історію, будову, принципи функціонування, динаміку та управління робототехнічними системами, а також розвиток практичних навичок проєктування, моделювання, програмування й застосування роботів у промислових і спеціалізованих сферах.

**Предмет дисципліни.** Закономірності побудови, функціонування й управління робототехнічними системами, методи й засоби їхнього моделювання, програмування, проєктування та практичного застосування в промисловості та , науці.

**Завдання дисципліни.** ознайомити студентів з історією розвитку світової та вітчизняної робототехніки; сформулювати знання про будову роботів, класифікацію, сенсорні системи, системи пересування та управління; розкрити принципи роботи приводів (пневматичних, гідравлічних, електричних, комбінованих, штучних м'язів); надати знання про динаміку руху роботів, математичне моделювання та динамічну корекцію; навчити методам проєктування роботів і технологічних комплексів з їх використанням; ознайомити з особливостями застосування роботів у промисловості, космосі, підводних і військових умовах; сформулювати практичні вміння з розробки, зборки та програмування роботів; розвинути навички застосування мов програмування для управління робототехнічними системами.

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент повинен: знати історію та основні етапи розвитку робототехніки, будову та класифікацію роботів, принципи роботи приводів, сенсорних систем і систем управління; вміти будувати математичні моделі робототехнічних систем, аналізувати їхню динаміку та реалізовувати моделювання у спеціалізованому програмному забезпеченні; бути здатним проєктувати й програмувати робототехнічні засоби, створювати та відлагоджувати роботизовані комплекси для різних галузей застосування; володіти практичними навичками роботи з LEGO Mindstorms EV3, взаємодії з давачами, застосування бібліотек для управління роботами (MonoBrick, C#); бути готовим до використання робототехнічних систем у промисловості, гнучких виробничих системах, екстремальних умовах (космос, підводне середовище, військова сфера).

#### 4. Структура залікових кредитів дисципліни

| Назва розділу (теми)                                       | Кількість годин, відведених на: |             |           |            |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------|-----------|------------|
|                                                            | лекції                          | лабораторні | практичні | СРС        |
| Тема 1. Історія розвитку робототехніки                     | 2                               | 4           | 2         | 9          |
| Тема 2. Будова роботів                                     | 6                               | 4           | 2         | 27         |
| Тема 3. Приводи роботів                                    | 4                               | 4           | 2         | 18         |
| Тема 4. Системи управління роботами                        | 4                               | 4           | 2         | 18         |
| Тема 5. Динаміка роботів                                   | 4                               | 4           | 2         | 18         |
| Тема 6. Проектування засобів робототехніки                 | 4                               | 4           | 2         | 18         |
| Тема 7. Застосування засобів робототехніки в промисловості | 4                               | 4           | 2         | 18         |
| Тема 8. Екстремальна робототехніка                         | 4                               | 4           | 4         | 32         |
| <b>Разом за семестр:</b>                                   | <b>32</b>                       | <b>32</b>   | <b>18</b> | <b>158</b> |

#### 5. Програма навчальної дисципліни

##### 5.1 Зміст лекційного курсу

| Номер лекції | Перелік тем лекцій, їх анотації                                                                                                                                                                            | Кількість годин |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|              | <b>Тема 1. Історія розвитку робототехніки</b>                                                                                                                                                              | <b>2</b>        |
| 1            | Передісторія робототехніки. Виникнення і розвиток сучасної робототехніки. Розвиток вітчизняної робототехніки [1,2,4]                                                                                       | 2               |
|              | <b>Тема 2. Будова роботів</b>                                                                                                                                                                              | <b>6</b>        |
| 2            | Склад, параметри і класифікація роботів. Маніпуляційні системи. Робочі органи маніпуляторів. [2-4]                                                                                                         | 2               |
| 3            | Системи пересування мобільних роботів. Сенсорні системи. [3-5]                                                                                                                                             | 2               |
| 4            | Пристрої управління роботів. Особливості пристрою інших засобів робототехніки [2-4]                                                                                                                        | 2               |
|              | <b>Тема 3. Приводи роботів</b>                                                                                                                                                                             | <b>4</b>        |
| 5            | Класифікація приводів. Пневматичні приводи. Гідравлічні приводи. Електричні приводи. Комбіновані приводи. Рекуперація енергії в приводах [4,6,9].                                                          | 2               |
| 6            | Штучні м'язи. Реалізація принципів на базі платформи LEGO MINDSTRMS. [3,5]                                                                                                                                 | 2               |
|              | <b>Тема 4. Системи управління роботами</b>                                                                                                                                                                 | <b>4</b>        |
| 7            | Класифікація систем управління. Системи програмного управління. Системи дискретного циклового управління. Системи дискретного позиційного управління. Системи безперервного управління. [4, 8, 9]          | 2               |
| 8            | Системи управління по силі. Системи адаптивного управління. Система інтелектуального управління. Особливості управління засобами пересування роботів. Системи групового управління роботами [4, 8, 9]      | 2               |
|              | <b>Тема 5. Динаміка роботів</b>                                                                                                                                                                            | <b>4</b>        |
| 9            | Основні принципи організації руху роботів. Математичні моделі роботів. Особливості динаміки і способи динамічної корекції систем управління роботів. [5, 10].                                              | 2               |
|              | Комп'ютерне моделювання робототехнічних систем. Реалізація принципів на базі платформи LEGO MINDSTRMS. [5, 10].                                                                                            | 2               |
|              | <b>Тема 6. Проектування засобів робототехніки</b>                                                                                                                                                          | <b>4</b>        |
| 6            | Постановка завдання проектування засобів робототехніки. Особливості проектування роботів. [3,6].                                                                                                           | 2               |
|              | Методи проектування засобів робототехніки [3,6].                                                                                                                                                           | 2               |
|              | <b>Тема 7. Застосування засобів робототехніки в промисловості</b>                                                                                                                                          | <b>4</b>        |
| 7            | Класифікація технологічних комплексів із застосуванням роботів. Компонувки технологічних комплексів з роботами. Управління технологічними комплексами. Етапи проектування технологічних комплексів. [2,11] | 2               |
|              | Особливості роботизації технологічних комплексів у виробництвах, що діють. Гнучкі виробничі систем. Реалізація принципів на базі платформи LEGO MINDSTRMS. [2,11].                                         | 2               |
|              | <b>Тема 8. Екстремальна робототехніка</b>                                                                                                                                                                  | <b>4</b>        |
| 8            | Екстремальна робототехніка в промисловості. Космічна робототехніка. [7, 12].                                                                                                                               | 2               |
|              | Підводні роботи. Військова робототехніка [7, 12].                                                                                                                                                          | 2               |
|              | <b>Разом за семестр:</b>                                                                                                                                                                                   | <b>32</b>       |

## 5.2 Зміст практичних занять

| № п/п                   | Тема практичного заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Кількість годин |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1                       | Розробка та програмування робототехнічних засобів на основі набору LEGO Mindstorms EV3. Ознайомлення з технічними можливостями набору LEGO Mindstorms EV3 для побудови робототехнічних систем. Отримання та обробка інформації, отриманої з давачів. Взаємодія з давачами. Управління роботом. Принципи роботи ультразвукового давача, давача кольору, дотику, гіроскопу, а також інфрачервоного давача в парі з інфрачервоним маяком. | 8               |
| 2                       | Програмування робототехнічних систем LEGO Mindstorms EV3 засобами фреймворку MonoBrick Communication Library (мова програмування C#) [1-4].                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8               |
| 3                       | Узагальнююче заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2               |
| <b>Разом за семестр</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>18</b>       |

## 5.3 Зміст лабораторних занять

| № п/п         | Тема лабораторного заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Кількість годин |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1             | Розробка та програмування робототехнічних засобів на основі набору LEGO Mindstorms EV3. Ознайомлення з технічними можливостями набору LEGO Mindstorms EV3 для побудови робототехнічних систем. Отримання та обробка інформації, отриманої з давачів. Взаємодія з давачами. Управління роботом. Принципи роботи ультразвукового давача, давача кольору, дотику, гіроскопу, а також інфрачервоного давача в парі з інфрачервоним маяком. | 8               |
| 2             | Програмування робототехнічних систем LEGO Mindstorms EV3 засобами фреймворку MonoBrick Communication Library (мова програмування C#) [1-4].                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 8               |
| 3             | Узагальнююче заняття                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2               |
| <b>Разом:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>32</b>       |

## 5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до практичних занять, контрольних робіт, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

| Номер тижня               | Вид самостійної роботи                                                                 | Кількість годин |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1-2                       | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1 та ПЗ1. Підготовка до захисту ЛР1. | 18              |
| 3-4                       | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2 та ПЗ2. Підготовка до захисту ЛР2. | 18              |
| 5-6                       | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3 та ПЗ3. Підготовка до захисту ЛР3. | 18              |
| 7-8                       | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4 та ПЗ4. Підготовка до захисту ЛР4. | 18              |
| 9-10                      | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5 та ПЗ5. Підготовка до захисту ЛР5. | 18              |
| 11-12                     | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6 та ПЗ6. Підготовка до захисту ЛР6. | 18              |
| 13-14                     | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7 та ПЗ7. Підготовка до захисту ЛР7. | 18              |
| 15-16                     | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8 та ПЗ8. Підготовка до захисту ЛР8. | 18              |
| 17                        | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ПЗ9 та тестування.                     | 14              |
| <b>Разом 1-й семестр:</b> |                                                                                        | <b>158</b>      |

**Примітки:** ЛР – лабораторна робота, ПЗ – практичне заняття.

## 6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

## 7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю: – тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;

- оцінювання контрольних робіт (практичних завдань за темами).
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з розділу;
- оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

## 8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до практичних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, коректно виконувати практичні завдання з проєктування та програмування роботизованих систем, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач; необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене практичне або лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час практичних занять, тестування та контрольної роботи.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (<https://www.edx.org/learn/robotics/columbia-university-robotics>), які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

## 9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

| Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей | Узагальнений зміст критерія оцінювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Відмінно (високий)                                                                     | Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .                         |
| Добре (середній)                                                                       | Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .                                                                                                                                                                                                                              |
| Задовільно (достатній)                                                                 | Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді. |
| Незадовільно (недостатній)                                                             | Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

#### Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти у семестрі

| Аудиторна робота                                                   |      |      |      |      |      |      |      | Контрольні заходи    |     |     | Семестровий контроль |
|--------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|-----|-----|----------------------|
| Лабораторні заняття №:                                             |      |      |      |      |      |      |      | Практичні заняття №: |     |     | Залік                |
| 1*                                                                 | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 1-2                  | 3-5 | 6-8 |                      |
| Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум) |      |      |      |      |      |      |      |                      |     |     |                      |
| 6-10                                                               | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 6-10 | 3-5                  | 3-5 | 3-5 | За рейтингом         |
| <b>48-80</b>                                                       |      |      |      |      |      |      |      | <b>9-15</b>          |     |     | <b>60-100**</b>      |

**Примітки:** \*За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

#### Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання робототехніки; наявність програмного забезпечення для робототехнічних засобів та дотримання вимог при оформленні звіту.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він

має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

### Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 25 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

### Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

|                                 |      |       |       |        |
|---------------------------------|------|-------|-------|--------|
| Кількість правильних відповідей | 1-13 | 14-17 | 19-20 | 21-25  |
| Відсоток правильних відповідей  | 0-59 | 60-72 | 73-82 | 83-100 |
| Кількість балів                 | -    | 3     | 4     | 5      |

На тестування відводиться 40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

**Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС**

| Оцінка ЄКТС | Рейтингова шкала балів | Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни) |                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                        | Залік                                                                                                                     | Іспит/диференційований залік                                                                                                                                                                                                  |
| A           | 90-100                 | Зараховано                                                                                                                | <i>Відмінно/Excellent</i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом |
| B           | 83-89                  |                                                                                                                           | <i>Добре/Good</i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом                  |
| C           | 73-82                  |                                                                                                                           | <i>Задовільно/Satisfactory</i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни                                                        |
| D           | 66-72                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                               |
| E           | 60-65                  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                               |
| FX          | 40-59                  | Незараховано                                                                                                              | <i>Незадовільно/Fail</i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом         |
| F           | 0-39                   |                                                                                                                           | <i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні                                                                                                                                                                       |

### 10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Історія розвитку робототехніки
2. Передісторія робототехніки
3. Виникнення і розвиток сучасної робототехніки
4. Розвиток вітчизняної робототехніки
5. Побудова роботів
6. Склад, параметри і класифікація роботів
7. Маніпуляційні системи
8. Робочі органи маніпуляторів
9. Системи пересування мобільних роботів
10. Сенсорні системи
11. Пристрої управління роботів
12. Особливості пристрою інших засобів робототехніки
13. Приводи роботів

14. Класифікація приводів
15. Пневматичні приводи
16. Гідравлічні приводи
17. Електричні приводи
18. Комбіновані приводи
19. Рекуперація енергії в приводах
20. Штучні м'язи
21. Системи управління роботами
22. Класифікація систем управління
23. Системи програмного управління
24. Системи дискретного циклового управління
25. Системи дискретного позиційного управління
26. Системи безперервного управління
27. Системи управління за силою
28. Системи адаптивного управління
29. Система інтелектуального управління
30. Особливості управління засобами пересування роботів
31. Системи групового управління роботами
32. Динаміка роботів
33. Основні принципи організації руху роботів
34. Математичні моделі роботів
35. Особливості динаміки і способи динамічної корекції систем управління роботів
36. Комп'ютерне моделювання робототехнічних систем
37. Проектування засобів робототехніки
38. Постановка завдання проектування засобів робототехніки
39. Особливості проектування роботів
40. Методи проектування засобів робототехніки
41. Застосування засобів робототехніки в промисловості
42. Класифікація технологічних комплексів із застосуванням роботів
43. Компонувки технологічних комплексів з роботами
44. Управління технологічними комплексами
45. Етапи проектування технологічних комплексів
46. Особливості роботизації технологічних комплексів у виробництвах, що діють
47. Гнучкі виробничі системи
48. Застосування промислових роботів на основних технологічних операціях
49. Класифікація технологічних комплексів з роботами на основних технологічних операціях
50. Складальні робототехнічні комплекси
51. Зварювальні робототехнічні комплекси
52. Робототехнічні комплекси для нанесення покриттів
53. Впровадження промислових роботів на допоміжних операціях
54. Класифікація роботизованих технологічних комплексів
55. Роботизовані технологічні комплекси механообробки
56. Роботизовані технологічні комплекси холодного штампування
57. Роботизовані технологічні комплекси у ковальсько-штампувальному виробництві
58. Роботизовані технологічні комплекси литва під тиском
59. Особливості застосування засобів робототехніки в немашинобудівних і в непромислових галузях
60. Робототехніка в немашинобудівних галузях промисловості
61. Робототехніка в непромислових галузях
62. Екстремальна робототехніка
63. Екстремальна робототехніка в промисловості
64. Космічна робототехніка
65. Підводні роботи
66. Військова робототехніка
67. Соціально-економічні аспекти робототехніки
68. Соціально-економічна ефективність застосування засобів робототехніки



## 11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Напрямки досліджень та розвитку комп'ютерної інженерії» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Напрямки досліджень та розвитку комп'ютерної інженерії : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / С. М. Лисенко. – Хмельницький : ХНУ, 2025. – 142 с.

## 12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальноновживаних програм і операційних систем.

## 13. Рекомендована література:

1. Лисенко С. М. Програмування робототехнічних систем на основі Lego Mindstorms : навч. посіб. / С. М. Лисенко, А. О. Нічепорук, К. Ю. Бобровнікова. – Хмельницький : ХНУ, 2020. – 242 с.
2. Ajaykumar, G., Steele, M., & Huang, C. M. (2021). A survey on end-user robot programming. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(8), 1-36.
3. Octiva, C. S., Maryadi, M., Suryadi, D., Nursalim, N., & Fajri, T. I. (2024). Understanding Microcontrollers And Robotics Through The Application Of Inquiry Methods In Basic Electronics Courses. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 3(12), 3673-3678.
4. Assante, D., Krnjajic, Z., Pirrone, D., Radigovic, J., & Spina, A. (2025). Lego-Based Online Laboratories: Case-Study of Industrial Robotics. In *Online Laboratories in Engineering and Technology Education: State of the Art and Trends for the Future* (pp. 257-275). Cham: Springer Nature Switzerland.
5. Assante, D., Loletti, B., & Pirrone, D. (2024, March). Lego-Based Remote Robotics Lab: Enhancing Didactic Engagement and Learning. In *International Conference on Smart Technologies & Education* (pp. 201-207). Cham: Springer Nature Switzerland.
6. Pandey, G., Jayaram, V., Krishnappa, M. S., Ingole, B. S., Ganeeb, K. K., & Joseph, S. (2024). Advancements in robotics process automation: A novel model with enhanced empirical validation and theoretical insights. *arXiv preprint arXiv:2410.04255*.
7. Lentin Joseph Mastering ROS for Robotics Programming. Видавництво: Packt Publishing. 2015. С.480. ISBN 978-1783551798
8. Chatterjee, N. (2014). Global industrial robotics market (product types, application, technology, end users and geography) - Global share, size, industry analysis, trends, opportunities, growth and forecast, 2013-2020. Portland, OR: Allied Market Research.
9. I. Tokhi, A.K.M. Azad, Abul III. Flexible robot manipulators: modelling, simulation and control. – (IET control series) Manipulators (Mechanism) - Automatic control. Institution of Engineering and Technology.
10. MonoBrick Communication Library Programming Guide. 2022 MonoBrick.DK. <http://www.monobrick.dk/guides/communication-library-guides/monobrick-guide/>
11. LEGO MINDSTORMS EV3 API for .NET. <https://github.com/BrianPeek/legoev3>

## 14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=3757>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

## НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

|                                                         |                        |
|---------------------------------------------------------|------------------------|
| Тип дисципліни                                          | Вибіркова              |
| Рівень вищої освіти                                     | Другий (магістерський) |
| Мова викладання                                         | Українська             |
| Семестр                                                 | —                      |
| Кількість призначених кредитів ЄКТС                     | 8,0                    |
| Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна | Очна (денна)           |

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент повинен: знати історію та основні етапи розвитку робототехніки, будову та класифікацію роботів, принципи роботи приводів, сенсорних систем і систем управління; вміти будувати математичні моделі робототехнічних систем, аналізувати їхню динаміку та реалізовувати моделювання у спеціалізованому програмному забезпеченні; бути здатним проектувати й програмувати робототехнічні засоби, створювати та відлагоджувати роботизовані комплекси для різних галузей застосування; володіти практичними навичками роботи з LEGO Mindstorms EV3, взаємодії з давачами, застосування бібліотек для управління роботами (MonoBrick, C#); бути готовим до використання робототехнічних систем у промисловості, гнучких виробничих системах, екстремальних умовах (космос, підводне середовище, військова сфера).

**Зміст навчальної дисципліни.** Історія розвитку робототехніки. Будова роботів. Склад, параметри і класифікація роботів. Маніпуляційні системи. Робочі органи маніпуляторів. Приводи роботів. Класифікація приводів. Пневматичні приводи. Гідравлічні приводи. Електричні приводи. Комбіновані приводи. Системи управління роботами. Класифікація систем управління. Системи програмного управління. Системи дискретного циклового управління. Системи дискретного позиційного управління. Динаміка роботів. Основні принципи організації руху роботів. Математичні моделі роботів. Особливості динаміки і способи динамічної корекції систем управління роботів. Комп'ютерне моделювання робототехнічних систем. Реалізація принципів на базі платформи LEGO MINDSTRMS. Проектування засобів робототехніки. Постановка завдання проектування засобів робототехніки. Особливості проектування роботів. Методи проектування засобів робототехніки. Застосування засобів робототехніки в промисловості. Управління технологічними комплексами. Етапи проектування технологічних комплексів. Особливості роботизації технологічних комплексів у виробництвах, що діють. Гнучкі виробничі систем. Реалізація принципів на базі платформи LEGO MINDSTRMS. Екстремальна робототехніка в промисловості. Космічна робототехніка. Підводні роботи. Військова робототехніка.

**Запланована навчальна діяльність:** Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин на 1 кредит ЄКТС.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

**Форми оцінювання результатів навчання:** оцінювання практичних, лабораторних; тестування.

**Вид семестрового контролю:** залік.

**Навчальні ресурси:**

1. Лисенко С. М. Програмування робототехнічних систем на основі Lego Mindstorms : навч. посіб. / С. М. Лисенко, А. О. Нічепорук, К. Ю. Бобровнікова. – Хмельницький : ХНУ, 2020. – 242 с.
2. Ajaykumar, G., Steele, M., & Huang, C. M. (2021). A survey on end-user robot programming. ACM Computing Surveys (CSUR), 54(8), 1-36.
3. Octiva, C. S., Maryadi, M., Suryadi, D., Nursalim, N., & Fajri, T. I. (2024). Understanding Microcontrollers And Robotics Through The Application Of Inquiry Methods In Basic Electronics Courses. Jurnal Cakrawala Ilmiah, 3(12), 3673-3678.
4. Assante, D., Krnjajic, Z., Pirrone, D., Radigovic, J., & Spina, A. (2025). Lego-Based Online Laboratories: Case-Study of Industrial Robotics. In Online Laboratories in Engineering and Technology Education: State of the Art and Trends for the Future (pp. 257-275). Cham: Springer Nature Switzerland.
5. MonoBrick Communication Library Programming Guide. 2022 MonoBrick.DK. <http://www.monobrick.dk/guides/communication-library-guides/monobrick-guide/>
6. LEGO MINDSTORMS EV3 API for .NET. <https://github.com/BrianPeek/legoev3>
7. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=3757>
8. 2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
9. 3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

**Викладач:** д-р. техн. наук, професор Лисенко С.М.