

ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ
Навчально-науковий інститут денної освіти
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Олена ОЛЬХОВСЬКА

« 30 » 06 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни	«Проектування та програмування робототехнічних систем»
освітня програма	Комп'ютерні науки
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
галузь знань	12 Інформаційні технології
ступінь вищої освіти	магістр

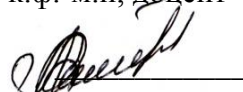
Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування та програмування робототехнічних систем» рекомендована до використання в освітньому процесі на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Протокол № 16 від 30.06.2023 року.

Полтава 2023

Укладач: Матвієнко Юрій Сергійович, проректор з науково-педагогічної роботи, доцент кафедри педагогіки та суспільних наук, к.п.н.

ПОГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки» спеціальності 122
Комп'ютерні науки ступеня магістр, к.ф.-м.н, доцент



Олена ОЛЬХОВСЬКА

« 30 » 06 2023 р.

Розділ 1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1 - Опис навчальної дисципліни «Проектування та програмування робототехнічних систем»

Місце у структурно-логічній схемі підготовки	<i>Пререквізити:</i> Аналіз алгоритмів, Курсовий проєкт з фаху, Технології зберігання та аналізу даних, Операційні системи та сучасні архітектурні рішення у хмарних середовищах, Сучасні методи оптимізації та їх програмування. <i>Постреквізити:</i> Переддипломна (виробнича) практика, Кваліфікаційна робота	
Мова викладання	Українська	
Статус дисципліни	Обов'язкова	
Курс/семестр вивчення	2/3	
Кількість кредитів ECTS/кількість модулів	3/2	
Денна форма навчання:		
Кількість годин: 90 год – загальна кількість: 3 семестр – 90год.		
- Лекції: 16		
- Практичні заняття: 20 год.		
- Самостійна робота: 54 год.		
- Вид підсумкового контролю (ПМК, екзамен): 3 семестр – екзамен		
Заочна форма навчання:		
Кількість годин: 90 год – загальна кількість: 2 семестр – 90 год.		
- Лекції: 6		
- Практичні (семінарські, лабораторні) заняття: 2 год.		
- Самостійна робота: 82 год.		
- Вид підсумкового контролю (ПМК, екзамен): 3 семестр – екзамен		

Розділ 2. Перелік компетентностей, які забезпечує дана навчальна дисципліна, програмні результати навчання

Метою навчальної дисципліни «Проектування та програмування робототехнічних систем» є – надати повний обсяг систематизованих знань в області проектування, прототипування, конструювання та програмування робототехнічних систем різного рівня складності та дати можливість на практичних прикладах і завданнях, закріпити ключові навички, необхідні для успішного проектування, програмування, керування та модернізації робототехнічних систем на основі мікроконтролерів, встановлених на платі Arduino-сумісного пристрою для різних галузей.

Таблиця 2 - Перелік компетентностей та програмні результати навчання, які забезпечує навчальна дисципліна «Проектування та програмування робототехнічних систем»

<i>Програмні результати навчання</i>	<i>Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач</i>
<p>РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.</p> <p>РН2. Мати спеціалізовані вміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.</p> <p>РН6. Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.</p> <p>РН10. Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.</p> <p>РН17. Виявляти та усувати проблемні ситуації в процесі експлуатації програмного забезпечення, формувати завдання для його модифікації або реінжинірингу.</p> <p>РН19. Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.</p> <p>РН20. Виконувати дослідження, пов'язані з проектуванням та програмуванням робототехнічних систем.</p> <p>РН21. Викладати спеціалізовані навчальні дисципліни з інформаційних технологій, в тому числі робототехніки, у закладах вищої освіти.</p>	<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>СК1. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.</p> <p>СК2. Здатність формалізувати предметну область певного проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.</p> <p>СК3. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.</p> <p>СК5. Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.</p> <p>СК7. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.</p> <p>СК10. Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ-проектів, інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних та комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних та комп'ютерних систем.</p> <p>СК11. Здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.</p> <p>СК12. Здатність розробляти і реалізовувати проекти, пов'язані з моделюванням та програмуванням робототехнічних систем.</p> <p>СК13. Здатність організувати процес викладання спеціалізованих навчальних дисциплін з інформаційних технологій, в тому числі робототехніки, у закладах вищої освіти.</p>

Розділ 3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи проєктування робототехнічних систем.

Тема 1. Загальні відомості про проєктування роботів і робототехнічних систем

Загальні відомості про проєктування роботів. Склад комплекту документів на виробі. Принципи проєктування роботів. Загальна процедура проєктування робототехнічної системи. Основні етапи проєктування робота. Огляд та порівняльна характеристика сучасних систем автоматизованого проєктування.

Тема 2. Знайомство із CAD системою OnShape

Загальні відомості про систему OnShape. Опис інтерфейсу та огляд інструментальних засобів. Базові характеристики системи автоматизованого проєктування OnShape. Реалізація навігаційної системи в редакторі. Створення та редагування скетчу.

Тема 3. Створення складних об'єктів в OnShape

Перетворення скетча на об'ємну фігуру. Робота із об'єктами, утвореними обертанням. Робота із перерізом. Віддзеркалювання та способи його застосування при роботі із об'ємною фігурою. Нанесення різьби.

Модуль 2. Розробка систем на платформі Arduino

Тема 4. Знайомство з платформою Arduino.

Платформа Arduino: еволюційний процес, форм-фактори, будова і принципи застосування. Технічні характеристики плати Arduino UNO. Встановлення та налаштування програмного забезпечення, необхідного для роботи із Arduino. Підключення плати Arduino до комп'ютера. Робота із Arduino IDE. Типи даних в Arduino. Оголошення та ініціалізація змінних. Оголошення та використання констант. Підготовка до програмування Arduino UNO, Mega, Nano. Структура скетчу. Завантаження та тестування скетчу. Цифрові входи / виходи.

Тема 5. Обробка аналогового сигналу

Характеристики аналогового та цифрового сигналів. Аналогові виходи на платі. Обмін даними між комп'ютером та контролером через Serial Monitor. Розгалуження та його програмна реалізація в Arduino. Оператори порівняння, порядок умов. Робота із датчиками. Аналогові сенсори та принципи їх застосування. Цифрові датчики та принципи їх застосування. Фоторезистор та його використання в проєктах. Принцип дії піроелектричного давача руху. Використання аналогового давача температури TMP36. Використання давача температури та вологості DHT11.

Тема 6. Цикли в Arduino. Робота з масивами. Використання дисплеїв

Організація роботи із циклами в Arduino. Функція map() та її використання. Випадкові події в Arduino. Використання масивів в Arduino. Способи апаратного представлення масиву даних. Широко імпульсна модуляція. Виведення інформації на дисплей. Види дисплеїв та принципи їх підключення. I2C LCD. Регулювання контрастності дисплеїв.

Тема 7. Основи мобільної робототехніки. Робота з двигунами

Схема та способи живлення мобільних робототехнічних пристроїв. Види двигунів та способи їх застосування: підключення, живлення та програмне керування. Сервоприводи: види та програмне управління. Двигуни: види та програмне управління. Використання датчиків в мобільній робототехніці. Вирішення типових промислових завдань. Способи віддаленого управління мобільним роботом.

Тема 8. Елементи SMART-систем

Поняття та принципи організації SMART- house, -environment тощо. Приклади застосування контролера Arduino в облаштування smart-середовищ. Бездротові технології обміну інформації: WiFi, Bluetooth тощо. Створення охоронних систем та систем спостереження. Моніторинг стану.

Розділ 4. Тематичний план вивчення навчальної дисципліни

Таблиця 3 - Тематичний план навчальної дисципліни для студентів денної форми навчання

1	2	3	4	5	6
Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання семінарського, практичного або лабораторного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
Модуль 1. Основи проєктування робототехнічних систем					
Тема 1. Загальні відомості про проєктування роботів і робототехнічних систем				Основні поняття робототехніки. Еволюційний процес робототехніки. Порівняльна характеристика систем автоматизованого проєктування.	
<u>Лекція 1.</u> Загальні відомості про проєктування роботів і робототехнічних систем. Загальні відомості про проєктування роботів. Склад комплекту документів на виробі. Принципи проєктування роботів. Загальна процедура проєктування робототехнічної системи. Основні етапи проєктування робота. Огляд та порівняльна характеристика сучасних систем автоматизованого проєктування.	2				4
Тема 2. Знайомство із CAD системою OnShape		<u>Практичне заняття 1.</u> Створення простих моделей засобами OnShape		Порівняльний огляд onShape та SolidWorks. Етапи проєктування системи onShape.	
<u>Лекція 2.</u> Знайомство із CAD системою OnShape. Загальні відомості про систему OnShape. Опис інтерфейсу та огляд інструментальних засобів. Базові характеристики системи автоматизованого	2		2		4

1	2	3	4	5	6
<p>проєктування OnShape. Реалізація навігаційної системи в редакторі. Створення та редагування скетчу.</p> <p>Тема 3. Створення складних об'єктів в OnShape</p> <p><u>Лекція 3. Створення складних об'єктів в OnShape</u></p> <p>Перетворення скетча на об'ємну фігуру. Робота із об'єктами, утвореними обертанням. Робота із перерізом. Віддзеркалювання та способи його застосування при роботі із об'ємною фігурою. Нанесення різьби.</p>	2	<p><u>Практичне заняття 2.</u></p> <p>Створення складних моделей засобами OnShape</p>	2	Інструменти об'ємного перетворення двовимірного креслення.	6

Модуль 2. Розробка систем на платформі Arduino

<p>Тема 4. Знайомство з платформою Arduino</p> <p><u>Лекція 4. Знайомство з платформою Arduino</u></p> <p>Платформа Arduino: еволюційний процес, форм-фактори, будова і принципи застосування. Технічні характеристики плати Arduino UNO. Встановлення та налаштування програмного забезпечення, необхідного для роботи із Arduino. Підключення плати Arduino до комп'ютера. Робота із Arduino IDE. Типи даних в Arduino. Оголошення та ініціалізація змінних. Оголошення та використання констант. Підготовка до програмування Arduino</p>	2	<p><u>Практичне заняття 3.</u></p> <p>Знайомство з Arduino</p>	2	Розпіновка плати. Порівняльний огляд різних форм-факторів Arduino.	6
--	---	--	---	--	---

1	2	3	4	5	6
<p>UNO, Mega, Nano. Структура скетчу. Завантаження та тестування скетчу. Цифрові входи / виходи.</p> <p>Тема 5. Обробка аналогового сигналу</p> <p><u>Лекція 5. Обробка аналогового сигналу</u> Характеристики аналогового та цифрового сигналів. Аналогові виходи на платі. Обмін даними між комп'ютером та контролером через Serial Monitor. Розгалуження та його програмна реалізація в Arduino. Оператори порівняння, порядок умов. Робота із датчиками. Аналогові сенсори та принципи їх застосування. Цифрові датчики та принципи їх застосування. Фоторезистор та його використання в проєктах. Принцип дії піроелектричного давача руху. Використання аналогового давача температури TMP36. Використання давача температури та вологості DHT11.</p> <p>Тема 6. Цикли в Arduino. Робота з масивами. Використання дисплеїв</p> <p><u>Лекція 6. Цикли в Arduino. Робота з масивами. Використання дисплеїв</u> Організація роботи із циклами в Arduino. Функція map() та її використання. Випадкові події в Arduino.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p><u>Практичне заняття 4.</u> Аналоговий та цифровий сигнал</p> <p><u>Практичне заняття 5.</u> Робота давачів. Розгалуження</p> <p><u>Практичне заняття 6.</u> Робота над індивідуальним проєктом – I.</p> <p><u>Практичне заняття 7.</u> Використання 7-сегментних індикаторів та LED матриць</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>Основні поняття та закони електрики й електротехніки. Огляд програмного забезпечення для проєктування системи на Arduino та візуалізації електричної схеми.</p> <p>Робота над індивідуальним проєктом, який би об'єднав вивчені давачі та передбачав світлову та звукові індикації.</p> <p>Перетворення одного із раніше реалізованих</p>	<p>6</p> <p>6</p> <p>8</p> <p>6</p>

1	2	3	4	5	6
Використання масивів в Arduino. Способи апаратного представлення масиву даних. Широко імпульсна модуляція. Виведення інформації на дисплей. Види дисплеїв та принципи їх підключення. I2C LCD. Регулювання контрастності дисплеїв.				проектів на виведення інформації на дисплей.	
Тема 7. Основи мобільної робототехніки. Робота з двигунами		<u>Практичне заняття 8.</u> Програмне керування двигунами та сервоприладами.	2	Розробка індивідуального проекту рухомої програмованої моделі роботизованого пристрою із можливістю здійснення керування нею.	8
<u>Лекція 7. Основи мобільної робототехніки. Робота з двигунами</u> Схема та способи живлення мобільних робототехнічних пристроїв. Види двигунів та способи їх застосування: підключення, живлення та програмне керування. Сервоприводи: види та програмне управління. Двигуни: види та програмне управління. Використання датчиків в мобільній робототехніці. Вирішення типових промислових завдань. Способи віддаленого управління мобільним роботом.	2	<u>Практичне заняття 9.</u> Робота над індивідуальним проектом – II.	2		
Тема 8. Елементи SMART-систем					
<u>Лекція 8. Елементи SMART-систем</u> Поняття та принципи організації SMART- house, -environment тощо. Приклади застосування контролера Arduino в облаштування smart-середовищ. Бездротові технології обміну	2	<u>Практичне заняття 10.</u> Робота над індивідуальним проектом – III.	2	Проектування індивідуального проекту SmartHouse системи, яка би забезпечувала її функціонування в сегменті охорони приміщення.	8

1	2	3	4	5	6
інформації: WiFi, Bluetooth тощо. Створення охоронних систем та систем спостереження. Моніторинг стану.					
	16		20		56

Таблиця 4. Тематичний план навчальної дисципліни для студентів заочної форми навчання

1	2	3	4	5	6
Назва теми (лекції) та питання теми (лекції)	Кількість годин	Назва теми та питання семінарського, практичного або лабораторного заняття	Кількість годин	Завдання самостійної роботи в розрізі тем	Кількість годин
Модуль 1. Основи проєктування робототехнічних систем					
<p>Тема 1. Загальні відомості про проєктування роботів і робототехнічних систем</p> <p><u>Лекція 1.</u> Загальні відомості про проєктування роботів і робототехнічних систем. Загальні відомості про проєктування роботів. Склад комплексу документів на виробі. Принципи проєктування роботів. Загальна процедура проєктування робототехнічної системи. Основні етапи проєктування робота. Огляд та порівняльна характеристика сучасних систем автоматизованого проєктування.</p>				Основні поняття робототехніки. Еволюційний процес робототехніки. Порівняльна характеристика систем автоматизованого проєктування.	8
<p>Тема 2. Знайомство із CAD системою OnShape</p> <p><u>Лекція 2.</u> Знайомство із CAD системою OnShape. Загальні відомості про систему OnShape. Опис інтерфейсу та огляд інструментальних засобів. Базові характеристики</p>	2	<u>Практичне заняття 1.</u> Створення простих моделей засобами OnShape		Порівняльний огляд onShape та SolidWorks. Етапи проєктування системи onShape.	8

1	2	3	4	5	6
<p>системи автоматизованого проектування OnShape. Реалізація навігаційної системи в редакторі. Створення та редагування скетчу.</p> <p>Тема 3. Створення складних об'єктів в OnShape</p> <p><u>Лекція 3. Створення складних об'єктів в OnShape</u></p> <p>Перетворення скетча на об'ємну фігуру. Робота із об'єктами, утвореними обертанням. Робота із перерізом.</p> <p>Віддзеркалювання та способи його застосування при роботі із об'ємною фігурою. Нанесення різьби.</p>		<p><u>Практичне заняття 2.</u></p> <p>Створення складних моделей засобами OnShape</p>		<p>Інструменти об'ємного перетворення двовимірного креслення.</p>	8
Модуль 2. Розробка систем на платформі Arduino					
<p>Тема 4. Знайомство з платформою Arduino</p> <p><u>Лекція 4. Знайомство з платформою Arduino</u></p> <p>Платформа Arduino: еволюційний процес, форм-фактори, будова і принципи застосування. Технічні характеристики плати Arduino UNO. Встановлення та налаштування програмного забезпечення, необхідного для роботи із Arduino. Підключення плати Arduino до комп'ютера. Робота із Arduino IDE. Типи даних в Arduino. Оголошення та ініціалізація змінних. Оголошення та використання констант. Підготовка до</p>	2	<p><u>Практичне заняття 3.</u></p> <p>Знайомство з Arduino</p>		<p>Розпіновка плати. Порівняльний огляд різних форм-факторів Arduino.</p>	8

1	2	3	4	5	6	
<p>програмування Arduino UNO, Mega, Nano. Структура скетчу. Завантаження та тестування скетчу. Цифрові входи / виходи.</p> <p>Тема 5. Обробка аналогового сигналу</p> <p><u>Лекція 5. Обробка аналогового сигналу</u> Характеристики аналогового та цифрового сигналів. Аналогові виходи на платі. Обмін даними між комп'ютером та контролером через Serial Monitor. Розгалуження та його програмна реалізація в Arduino. Оператори порівняння, порядок умов. Робота із датчиками. Аналогові сенсори та принципи їх застосування. Цифрові датчики та принципи їх застосування. Фоторезистор та його використання в проєктах. Принцип дії піроелектричного давача руху. Використання аналогового давача температури TMP36. Використання давача температури та вологості DHT11.</p> <p>Тема 6. Цикли в Arduino. Робота з масивами. Використання дисплеїв</p> <p><u>Лекція 6. Цикли в Arduino. Робота з масивами. Використання дисплеїв</u> Організація роботи із циклами в Arduino. Функція map() та її використання. Випадкові</p>	2	<p><u>Практичне заняття 4.</u> Аналоговий та цифровий сигнал</p> <p><u>Практичне заняття 5.</u> Робота давачів. Розгалуження</p> <p><u>Практичне заняття 6.</u> Робота над індивідуальним проєктом – I.</p> <p><u>Практичне заняття 7.</u> Використання 7-сегментних індикаторів та LED матриць</p>	2	<p>Основні поняття та закони електрики й електротехніки. Огляд програмного забезпечення для проєктування системи на Arduino та візуалізації електричної схеми.</p> <p>Робота над індивідуальним проєктом, який би об'єднав вивчені давачі та передбачав світлову та звукові індикації.</p> <p>Перетворення одного із раніше</p>	8	10
					10	

1	2	3	4	5	6
<p>події в Arduino. Використання масивів в Arduino. Способи апаратного представлення масиву даних. Широко імпульсна модуляція. Виведення інформації на дисплей. Види дисплеїв та принципи їх підключення. I2C LCD. Регулювання контрастності дисплеїв.</p> <p>Тема 7. Основи мобільної робототехніки. Робота з двигунами</p> <p><u>Лекція 7. Основи мобільної робототехніки. Робота з двигунами</u> Схема та способи живлення мобільних робототехнічних пристроїв. Види двигунів та способи їх застосування: підключення, живлення та програмне керування. Сервоприводи: види та програмне управління. Двигуни: види та програмне управління. Використання датчиків в мобільній робототехніці. Вирішення типових промислових завдань. Способи віддаленого управління мобільним роботом.</p> <p>Тема 8. Елементи SMART-систем</p> <p><u>Лекція 8. Елементи SMART-систем</u> Поняття та принципи організації SMART- house, -environment тощо. Приклади застосування контролера Arduino в облаштування smart-середовищ. Бездротові</p>		<p><u>Практичне заняття 8.</u> Програмне керування двигунами та сервоприладами.</p> <p><u>Практичне заняття 9.</u> Робота над індивідуальним проектом – II.</p> <p><u>Практичне заняття 10.</u> Робота над індивідуальним проектом – III.</p>		<p>реалізованих проектів на виведення інформації на дисплей.</p> <p>Розробка індивідуального проекту рухомої програмованої моделі роботизованого пристрою із можливістю здійснення керування нею.</p> <p>Проектування індивідуального проекту SmartHouse системи, яка би забезпечувала її функціонування в сегменті охорони приміщення.</p>	<p>10</p> <p>12</p>

1	2	3	4	5	6
технології обміну інформації: WiFi, Bluetooth тощо. Створення охоронних систем та систем спостереження. Моніторинг стану.					
	6		2		82

Розділ 5. «Система оцінювання знань студентів»

Таблиця 5.1 - Розподіл балів за результатами вивчення навчальної дисципліни

Вид робіт	Максимальна кількість балів за вид навчальної роботи
Модуль 1. Основи проєктування робототехнічних систем.	
Практичне заняття 1-2.	5 балів x 2 = 10
Модуль 2. Розробка систем на платформі Arduino	
Практичне заняття 3-10.	5 балів x 8 = 40
Захист індивідуального проєкту	20
Екзамен	30
Всього по курсу	100

Таблиця 5.2 – Система нарахування додаткових балів за видами робіт з вивчення навчальної дисципліни

Форма роботи	Вид роботи	Бали
Науково-дослідна	Участь у студентській олімпіаді, гуртку, об'єднання тощо	10

За додаткові види навчальних робіт студент може отримати не більше 10 балів. Додаткові бали додаються до загальної підсумкової оцінки за вивчення навчальної дисципліни, але загальна підсумкова оцінка не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 6 – Шкала оцінювання знань здобувачів вищої освіти за результатами вивчення навчальної дисципліни

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
---	------------------------------	--------------------------------------

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	Відмінно
82–89	B	Дуже добре
74–81	C	Добре
64–73	D	Задовільно
60–63	E	Задовільно достатньо
35–59	FX	Незадовільно з можливістю проведення повторного підсумкового контролю
0–34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням навчальної дисципліни та проведенням підсумкового контролю

Розділ 6. Інформаційні джерела

1. Jeremy Blum. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. Wiley, 2013. – 384 p.
2. John Boxall. Arduino Workshop: A Hands-On Introduction with 65 Projects. – No Starch Press, 2013. – 390 p.
3. Kubínová, Š., & Šlégr, J. (2015). Physics demonstrations with the arduino board. Physics Education, 50(4), 472-474.
4. Massimo, Banzi. Getting Started with Arduino, 2008.
5. Michael Margolis. Arduino Cookbook. – O'Reilly and Associates, 2012. – 721 p.
6. Park, S., Kim, W., & Seo, S. (2015). Development of the educational arduino module using the helium gas airship. Modern Physics Letters B, 29(6), -1.
7. Smythe R. J. Advanced Arduino Techniques in Science / Wainfleet, ON, Canada, 2021. – 279 p.
8. Зачек І.Р., Лопатинський І.Є. Фізика і комп'ютерні технології. – Львів: Львівська політехніка, 2019.
9. Кривонос О.М., Кривонос М.П. FRITZING – ПРОГРАМА ДЛЯ СТВОРЕННЯ НАОЧНИХ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, n.º 22(29) (20 de febrero de 2020): 107–15.
10. Матвієнко Ю.С. Робототехніка на платформі Arduino. Навчальний посібник. – Полтава : ПУЕТ, 2023. – 220 с
11. Матвієнко Ю.С. Досвід впровадження освітньої робототехніки на платформі Arduino / Ю.С. Матвієнко, Ю.С. Матвієнко // Збірник матеріалів другого Всеукраїнського відкритого науково-практичного онлайн-форуму «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії». – Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2020, – С. 337-340.
12. Матвієнко Ю.С. Освітня робототехніка як засіб впровадження STEM-освіти / Ю.С. Матвієнко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-

практичної конференції молодих учених та студентів «Новітні інформаційно-комунікаційні технології в освіті». – Полтава: ФОП Гаража М.Ф., 2016, – С. 148-150.

13. Матвієнко Ю.С. Підвищення компетентності майбутніх вчителів інформатики шляхом впровадження у навчальний процес ВНЗ освітньої робототехніки / Ю.С. Матвієнко // Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції «Людина, природа, техніка у XXI столітті». – Полтава: ФОП О.І. Кека, 2016, – С. 39-40.
14. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 384 с.

Розділ 7. Програмне забезпечення навчальної дисципліни

- Пакет програмних продуктів Arduino IDE, Fritzing, onShape.
- Дистанційний курс з навчальної дисципліни «Проектування та програмування робототехнічних систем» в системі дистанційного навчання ПУЕТ.