

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ КОМУНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ ШКОЛЯРІВ ТА УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ

ПОГОДЖЕНО

Протокол засідання науково-методичної ради Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти

31.08.2022 № 4

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ департаменту освіти і науки Тернопільської обласної військової адміністрації

06.09.2022 № 87/01-07

**Навчальна програма з позашкільної освіти
науково-технічного напрямку
"Робототехніка, перші кроки"**

Основний рівень, 1 рік навчання

м. Тернопіль - 2022

Автор:

Капелусь Сергій Ігорович – керівник гуртка "Основи робототехніки" Тернопільського обласного комунального центру науково-технічної творчості школярів та учнівської молоді.

Рецензенти:

Кохан Йосиф Іванович — директор Тернопільського обласного комунального центру науково-технічної творчості школярів та учнівської молоді, Відмінник освіти України;

Кривокульська Наталія Степанівна — завідувач методичного відділу Тернопільського обласного комунального центру науково-технічної творчості школярів та учнівської молоді.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

У сучасному світі, в якому особливий цінності набувають інтелект, творчість, інформація, інноваційні технології, роль технічно грамотної особистості у забезпеченні суспільного прогресу є беззаперечною. Технічні здібності підрастаючого покоління потребують всебічного розвитку та повноцінної реалізації, оскільки саме технічно компетентна молодь є головним чинником успішності нації в умовах економічних та соціальнополітичних перетворень у суспільстві.

Мікроконтролери, котрі ще декілька років тому були просто радіокомпонентом, на сьогоднішній день сформували окрему галузь радіоконструювання — робототехніку, більше того, у самій робототехніці починає проглядатись розподіл на окремі гілки розвитку. Електронно-механічні системи найрізноманітнішого призначення можна зустріти на виробництві, у побуті, у машинобудуванні і військовій промисловості, у медицині та інших галузях. Тому для створення та обслуговування таких роботів потрібні висококваліфіковані інженерні кадри.

Технічні здібності підрастаючого покоління потребують всебічного розвитку та повноцінної реалізації, оскільки саме технічно компетентна молодь є головним чинником успішності нації в умовах економічних та соціальнополітичних перетворень у суспільстві. Завдання закладів позашкільної освіти так побудувати освітній процес, щоб збагачене творче середовище, приклади авторитетних педагогів, використання інтерактивних прийомів та ефективних методів активізації творчої діяльності гуртківців повноцінно розкривали творчі здібності дітей та молоді, допомагали молоді успішно адаптуватися до процесу оволодіння сучасною технікою та технологіями.

Мікропроцесорна платформа виготовлена в 2005 році, як інструмент для навчання студентів в Інституті проектування взаємодій міста Івреа (Interaction Design Institute Ivrea, IDII), стала знаковою подією в світі радіоелектроніки і робототехніки.

Массімо Банці (Massimo Banzi) із групою інженерів створили плату, на котрій є лише процесор і декілька деталей, що забезпечують його роботу. Все інше, що потрібно для роботи приладу, підключається через розсми. Ця плата отримала власну назву ARDUINO.

Навчальна програма написана для гуртків, секцій, творчих молодіжних об'єднань науково-технічного напрямку закладів позашкільної освіти та спрямована на вихованців 10 - 18 років.

Формування ключових компетентностей особистості засобами робототехніки є метою навчальної програми.

Завдання навчальної програми полягають у формуванні таких компетентностей:

пізнавальної, яка передбачає оволодіння поняттями, знаннями з основ електротехніки, кінематики, програмування, проектування та конструювання з використанням платформи Arduino; засвоєння технічних та технологічних знань та уявлень про особливості робототехніки на прикладі платформи Arduino;

практичної, яка орієнтована на формування техніко-технологічних вмінь і навичок, проектування, конструювання та програмування робототехнічних пристроїв;

Основний рівень НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	3	—	3
Розділ 1. Основи електроніки	12	21	33
1.1. Основи електроніки, компоненти схем	4	2	6
1.2. Основні закони та процеси в електроніці	2	1	3
1.3. Макетування, складання схем	2	4	6
1.4. Технологія паяння	1	5	6
1.5. Друковані плати, технологія виготовлення	1	8	9
1.6. Кінематика, основні поняття	2	1	3
Розділ 2. Платформа Arduino	3	12	15
2.1. Електронні пристрої і людина	2	1	3
2.2. Основні компоненти Arduino. Електронні модулі.	1	2	3
2.3. Керування світлодіодом, RGB-світлодіод, виготовлення світлофора.	2	7	9
Розділ 3. Двигуни	5	13	18
3.1. Двигун постійного струму, логіка управління.	1	5	6
3.2. Кроковий двигун, схема управління двигуном.	2	4	6
3.2. Сервопривід.	2	4	6
Розділ 4. Пристрої автоматизації	11	22	33
4.1. Широтно-імпульсна модуляція (ШИМ)	3	6	9
4.2. Керування фоторезистором	1	2	3
4.3. П'єзоелектричний випромінювач (buzzer)	1	2	3
4.4. Інфрачервоний сенсор відстані TCRT5000	1	2	3
4.5. Ультразвуковий сонар HC-SR04	1	2	3
4.6. Цифровий датчик температури та вологості DHT11	1	2	3
4.7. OLED-дисплей	2	4	6
4.8. Кінематичні схеми	1	2	3
Розділ 5. Самохідні роботи	7	104	111
5.1. Конструювання робо-машини LineTracker	2	31	33
5.2. Конструювання робо-машини, що оминає перешкоди	2	31	33
5.3. Проектна діяльність	2	22	24
5.4. Змагання роботів	1	20	21
Підсумок	3	—	3
Разом:	42	174	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год.)

Теоретична частина. Мета, завдання та зміст роботи. Правила поведінки в колективі. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Організаційні питання. Правила безпеки життєдіяльності. Правила техніки безпеки.

Історія розвитку робототехніки.

Розділ 1. Основи електроніки (33 год.)

1.1. Основи електроніки, компоненти схем (6 год.)

Теоретична частина. Поняття електричного струму, опору, напруги, електричного кола. Закон Ома. Прилади для вимірювання сили електричного струму, опору, напруги; одиниці виміру. Поняття електрогенератора. Елементи живлення.

Провідники, діелектрики і напівпровідники. Радіoeлементи: резистор, реостат (потенціометр), лампочка, світлодіод, конденсатор, транзистор тощо. Поняття електрогенератора. Елементи живлення. Графічне позначення радіoeлементів на схемах. Макетна плата.

Практична частина. Складання схеми електрогенератора з двигуна і лампочки ("Електростанція з моторчика"), вимірювання напруги.

Підключення лампочки до батарейки через реостат (потенціометр) та вимірювання напруги на контактах лампочки. Вправи на перевірку закону Ома при різному навантаженні ланцюга: вимірювання опору, напруги і сили струму.

1.2. Основні закони та процеси в електроніці (3 год.)

Теоретична частина. Електричний струм, опір та напруга, електричні кола та їх різновидності. Закон Ома, правила Кірхгофа. Прилади для вимірювання сили електричного струму, опору, напруги; одиниці виміру. Напівпровідникові матеріали та їх властивості. Електропровідність р-п типу. Поняття про р-п перехід. Принцип роботи та вольт-амперна характеристика діода. Маркування, основні параметри та застосування напівпровідникових діодів. Транзистор: схематична будова, принцип дії, графічне позначення, схема вмикання. Типи транзисторів. Біполярні транзистори р-п-р та п-р-п типів: колектор, база, емітер. Польовий транзистор: сток, витік і затвор.

Практична частина. Вправи на засвоєння принципу дії транзистора за допомогою схем зі світлодіодом. Складання пристроїв: "Світильник з регулюванням яскравості", "Світильник з сенсорним вимикачем". Складання схеми реле часу та фотореле із транзистором.

1.3. Макетування, складання схем (6 год.)

Теоретична частина. Основи креслення: види ліній, позначення. Програми 2D/3D моделювання. Формати збереження креслень. Поняття макету. 3D-принтер: види, принцип роботи, будова, призначення, область застосування. Основи 3D друку. Операції створення та редагування тривимірних об'єктів. Технологія виготовлення макетів для вирізання на лазерному різаку. Правила техніки безпеки при роботі на лазерному різаку.

Практична частина. Вправи з оволодіння прийомками 2D/3D моделювання: створення/збереження нового файлу, вивчення найпростіших «примітивів» та

операцій, створення креслень. Створення та збереження файлу макету в заданому форматі, передача файлу макету на контролер лазерного різачка та запуск процесу різання. Створення файлу 3D-моделі, слайдування, друк. Складання пристроїв з використанням макетної плати і провідників ("Мигалка", "Індикатор прихованої проводки" тощо). Складання перемикача на основі тригера TM2.

1.4. Технологія паяння (6 год.)

Теоретична частина. Інструменти та матеріали, необхідні для паяння. Паяльна станція, її будова та характеристики. Припої та флюси, що застосовуються під час монтажу радіоелементів. Підготовка деталей до паяння. Технологія паяння. Техніка безпеки при роботі з паяльною станцією. Проект "Радіоконструктор".

Практична частина. Підготовка робочого місця, інструментів та матеріалів для паяння. Вправи на оволодіння навичками паяння: виконання паяного з'єднання, монтаж/демонтаж радіодеталей. Створення LED-куб 4x4x4 з набору "Радіоконструктор".

1.5. Друковані плати, електронні пристрої, технологія виготовлення (9 год.)

Теоретична частина. Електронний пристрій: дизайн, електронні компоненти, друкована плата. Провідники та діелектрики. Активні і пасивні електронні компоненти. Поняття мікросхеми. Види та типи мікросхем. Технології виготовлення друкованих плат в заводських та домашніх умовах.

Практична частина. Виготовлення друкованої плати для електронного пристрою.

1.6. Кінематика, основні поняття (3 год.)

Теоретична частина. Конструкція електронного пристрою, нерухомі і рухомі з'єднання. Поняття прикладеної сили і моменту. Способи передачі крутного моменту. Важелі, колеса, пасові та зубчаті передачі.

Практична частина. Виготовлення пасової і зубчастої передачі для рухомої іграшки. Використання колеса та гусениці.

Розділ 2. Платформа Arduino (15 год.)

2.1. Електронні пристрої і людина (3 год.)

Теоретична частина. Дизайн взаємодії електронних пристроїв з людиною: елементи управління, прилади індикації, системи дистанційного керування.

Елементи управління: кнопка, вимикач, перемикач, сенсор, геркон, пульт, джойстик, педаль, кермо тощо.

Прилади індикації: лампочка, світлодіод, 7- сегментний індикатор, табло, дисплей, лазер, голограма.

Звукові пристрої управління і індикації: гучномовець, навушник, мікрофон, п'єзовипромінювач (buzzer).

Практична частина. Розроблення та креслення електричних схем для індикації та сигналізації. Складання електричного кола з приладами індикації та сигналізації. Складання пристрою "Сирена".

2.2. Основні компоненти Arduino. Електронні модулі (3 год.)

Теоретична частина. Різновиди плат Arduino: Arduino UNO, Arduino MEGA, Arduino NANO. Поняття «мікроконтролер» та «мікропроцесор». Характеристики та будова плати Arduino UNO. Поняття автоматики. Засоби автоматики: сенсори, керуючі пристрої (контролери, драйвери), виконавчі механізми. Застосування

засобів автоматизації. Середовище розробки програм Arduino IDE. Поняття "скетч". Функції "setup()" та "loop()", їх призначення.

Практична частина. Підключення до комп'ютера плати Arduino UNO, робота з функціями "setup()" та "loop()". Складання пристрою з використанням засобів автоматизації ("Кухонний таймер").

2.3. Керування світлодіодом, RGB - світлодіод, виготовлення світлофора. (12 год.)

Теоретична частина. Поняття змінної. Типи змінних у середовищі Arduino IDE: *int*, *bool*, *float*, *char* тощо. Цифрові виходи на платі Arduino UNO. Функції *pinMode()*, *digitalWrite()* та *delay()*. Керування блиманням світлодіода. Розрахунок номіналу резистора для схеми зі світлодіодом. RGB-світлодіод (3 год.)

Світло та його природа. Розкладання світла. Зір та сприйняття кольору. Колірні моделі RGB та CMYK. RGB-світлодіод: типи, будова, принцип дії, підключення до плати Arduino UNO.

Цикли у програмуванні. Цикли *for*, *do ... while*, *while ... do*.

Практична частина. Складання найпростішої схеми з світлодіодом на макетній платі. Визначення номіналу резистора для схеми зі світлодіодом.

Написання програм керування для блимання одного світлодіода («Blink») та для блимання трьох світлодіодів («Світлофор»). Написання програм керування кольором RGB- світлодіода: з використанням циклів *for*, *do ... while*, *while ... do*; за допомогою кнопок.

Розділ 3. Двигуни (9 год.)

3.1. Двигун постійного струму (3 год.)

Теоретична частина. Поняття електромагнетизму. Принцип роботи електричного двигуна. Складові частини електричного двигуна. Колекторні та безколекторні двигуни.

Призначення та будова драйвера електричного двигуна.

Практична частина. Складання електричного кола з резисторів та транзисторів для керування обертами двигуна. Програмування плавного керування обертами двигуна за допомогою циклів у сторону збільшення та зменшення. Написання програми для керування обертами та напрямком обертання 2-х двигунів.

3.2. Кроковий двигун, схема управління двигуном (6 год.)

Теоретична частина. Кроковий двигун: будова, принцип роботи, призначення, області застосування. Типи крокових двигунів, особливості підключення. Схеми д

Практична частина. Драйвер крокового двигуна, логіка роботи, виготовлення, підключення до двигуна.

3.3. Сервопривід (6 год.)

Теоретична частина. Серводвигун: будова, принцип роботи, призначення, області застосування. Типи серводвигунів. Основні функції бібліотеки *Servo.h*.

Практична частина. Підключення серводвигуна до плати Arduino UNO. Використання функцій бібліотеки *Servo.h* для роботи з сервоприводом. Керування кутом повороту серводвигуна за допомогою потенціометра. Написання програми з застосуванням циклів для плавного керування кутом серводвигуна.

Розділ 4. Пристрої автоматизації (33 год.)

4.1. Широтно-імпульсна модуляція (ШИМ)

Теоретична частина. Цифрова та аналогова електроніка. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Поняття: широтно-імпульсна модуляція (ШИМ), скважність. Аналогові виходи на платі Arduino UNO. Принцип роботи потенціометра. Кнопка. Прийоми керування світлодіодом за допомогою кнопки. Поняття брязкоту контактів. Функції *analogWrite()* та *analogRead()*. Монітор порту середовища Arduino IDE. Функція *Serial.print()*.

Практична частина. Написання програм керування яскравістю світлодіода: через ШИМ-виходи плати Arduino; за допомогою потенціометра. Спостереження через монітор порту за зміною показань з потенціометра.

4.2. Керування фоторезистором (3 год.)

Теоретична частина. Явище зміни опору провідника в залежності від освітлення. Конструктивні особливості та використання фоторезисторів. Умовний оператор (оператор розгалуження) *if...else*. Логічні оператори AND, OR, XOR. Операції порівняння *<, >, <=, >=, =, !=*.

Практична частина. Складання на макетній платі електричного кола з фоторезистором. Написання програм: для приймання та обробки сигналу від фоторезистора; вимірювання рівня освітленості у приміщенні; для вмикання/вимикання світлодіода при певному рівні освітлюваності.

4.3. П'єзоелектричний випромінювач (buzzer) (3 год.)

Теоретична частина. П'єзоелектричний ефект. П'єзоелектрики. Прямий та зворотний п'єзоефект. Застосування п'єзоефекту у повсякденному житті. Підключення п'єзовипромінювача до плати Arduino UNO. Функції *tone()* та *noTone()* для відтворення звуку.

Практична частина. Складання на макетній платі електричного кола з п'єзовипромінювачем. Написання програми для генерації сигналів різної тональності та тривалості. Генерування мелодії через п'єзoeлемент. Складання електричного кола та написання програми для відтворення певної послідовності звукових сигналів в залежності від того, яка кнопка натиснута («Піаніно»).

4.4. Інфрачервоний сенсор відстані TCRT5000 (3 год.)

Теоретична частина. Хвильова природа світла. Видимий та невидимий діапазони світла. Ультрафіолетовий та інфрачервоний діапазони. Інфрачервоне випромінювання у природі та техніці. Застосування інфрачервоного випромінювання. Будова та принцип дії інфрачервоного сенсора, підключення до плати Arduino UNO. Бібліотека основних функцій для роботи з інфрачервоним сенсором.

Практична частина. Складання електричного кола з інфрачервоним сенсором та підключення до Arduino UNO. Спостереження за результатами спрацьовування інфрачервоного сенсора на різні діапазони світла (за допомогою монітору порту). Написання програми: включення сигналізації (п'єзовипромінювача) при спрацюванні інфрачервоного сенсора на чорний колір.

4.5. Ультразвуковий сонар HC-SR04 (3 год.)

Теоретична частина. Звук. Хвильова природа звуку. Довжина, частота, амплітуда звукових хвиль. Чутний та нечутний діапазони звуку. Інфразвук та ультразвук. Швидкість звуку. Звукові хвилі у різних середовищах.

Ультразвук у природі, в техніці та повсякденному житті. Принцип роботи ультразвукового сенсора відстані (сонара). Підключення сонара до плати Arduino

UNO. Бібліотека основних функцій для роботи з сонаром.

Практична частина. Складання електричного кола з ультразвуковим сонаром. Написання тестової програми, яка виводить інформацію з сонара у монітор порту. Розроблення програми, яка вмикає лампочку у випадку коли перешкода знаходиться ближче певної відстані. Розроблення модифікації програми для випадку, коли відстань задається за допомогою потенціометра.

4.6. Цифровий датчик температури та вологості DHT11 (3 год.)

Теоретична частина. Температура. Температурні шкали. Поняття вологості. Визначення вологості. Абсолютна та відносна вологість. Природні явища туман та роса. Визначення точки роси. Прилади для вимірювання температури та вологості, їх призначення та принцип роботи. Правила підключення датчика температури та вологості до плати Arduino UNO, зчитування даних. Бібліотека функцій для роботи з датчиком.

Практична частина. Складання електричного кола з датчиком DHT11 на макетній платі, підключення до плати Arduino UNO. Написання тестових програм, що виводять у монітор порту поточні значення температури та вологості. Написання програми, яка обробляє отримані від датчика дані та виводить у монітор порту інформацію.

4.7. OLED-дисплей (6 год.)

Теоретична частина. Пристрої візуалізації графічної інформації: дисплеї, принтери, плотери. Типи дисплеїв. Призначення шини передачі даних I2C. Підключення дисплею до плати Arduino UNO. Бібліотека функцій для виводу інформації.

Практична частина. Робота над міні-проектом «Метеостанція»: складання на макетній платі електричного кола з датчиком температури та вологості, дисплеєм; написання програми для виводу на дисплей поточних даних температури та вологості. Робота над міні-проектом «Далекомір»: створення портативного сонару, що виводить на OLED-дисплей дані про відстань до об'єкту. Підключення зовнішнього джерела живлення.

4.8. Кінематичні схеми (3 год.)

Теоретична частина. Будова механізмів. Функціональні та принципові кінематичні схеми. Правила складання кінематичних схем. Умовні позначення на кінематичних схемах.

Практична частина. Складання кінематичної схеми для рухомої моделі навантажувача.

Розділ 5. Автономні Arduino-роботи (114 год.)

5.1. Конструювання робо-машини LineTracker (33 год.)

Теоретична частина. Будова та принцип роботи робо-машини LineTracker.

Практична частина. Проектування та конструювання робо-машини LineTracker. Написання програми керування обертами двох моторів за допомогою драйвера двигуна. Вирізання на лазерному різачу деталей корпусу робота. Встановлення моторів в корпус робо-машини. Додавання до конструкції інфрачервоного датчика для реагування на чорну лінію. Встановлення автономного джерела живлення. Складання програми для реалізації логіки руху робота. Підготовка робота до участі у змаганнях.

5.2. Конструювання робо-машини, що оминає перешкоди (36 год.)

Теоретична частина. Будова та принципи дії робо-машини, що оминає перешкоди.

Практична частина. Проектування та конструювання робо-машини. Модифікація конструкції робота LineTracker. Додавання ультразвукового сонара для вимірювання відстані до об'єктів. Складання програми для реалізації логіки руху робота. Підготовка робота до участі у змаганнях.

5.3. Проектна діяльність (24 год.)

Теоретична частина. Постановка проблеми. Визначення завдання для виконання проекту. Робота з інформаційними джерелами. Створення банку ідей.

Практична частина. Відвідування виставок, фестивалів робототехніки. Аналіз та систематизація інформації. Проектування та конструювання роботів за власним проектом. Презентація та захист творчого проекту.

5.4. Змагання роботів (21 год.)

Теоретична частина. Платформи та фестивалі для проведення змагань та демонстрації роботів.

Практична частина. Робота з інформаційними джерелами: пошук платформ та фестивалів для проведення змагань та демонстрації роботів. Підготовка роботів до участі у змаганнях.

Підсумок (3 год.)

Теоретична частина. Підбиття підсумків.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати і розуміти:

- основи електроніки;
- графічне позначення радіоелементів на схемах;
- одиниці виміру струму, опору, напруги тощо;
- різновиди плат Arduino;
- фізичні явища, що лежать в основі вивчених технічних приладів;
- основні компоненти плати Arduino UNO;
- засоби автоматизації: давачі та сенсори, керуючі пристрої (контролери, драйвери), виконавчі механізми;
- середовище розробки друкованих плат Sprint Layout: макроси, органи управління, умовні позначення, габарити радіокомпонентів, властивості друку, тощо;
- середовище розробки програм Arduino IDE: функції, типи змінних, умовні та логічні оператори, операції порівняння, цикли тощо;
- основи креслення;
- інструменти та матеріали, необхідні для паяння;
- будову та принцип роботи робо-машини LineTracker;
- правила техніки безпеки при роботі в гуртку.

Вихованці мають уміти і застосовувати:

- підключати давачі та сенсори, керуючі пристрої (контролери, драйвери), виконавчі механізми до плати Arduino UNO;
- створювати програми в середовищі ArduinoIDE;
- розробляти та малювати електронні схеми;
- складати на макетній платі електричне коло;

- прилади для вимірювання сили електричного струму, опору, напруги;
- працювати з джерелами інформації;
- вирішувати технічні завдання в процесі конструювання та програмування роботів;

- працювати з паяльною станцією та виконувати паяні з'єднання;
- створювати діючі моделі роботів на основі Arduino UNO;
- шукати та виправляти помилки в написаних програмах;
- презентувати технічні можливості створених роботів.

Вихованці мають набути досвід:

- складання на макетній платі електричного кола;
- проектування та програмування роботів;
- написання та редагування програм в середовищі Arduino IDE;
- програмування та налагодження роботи створеної для роботи програми;
- роботи з сенсорами, керуючими пристроями (контролери, драйвери), виконавчими механізмами;
- пошуку та обробки інформації;
- роботи над власним проектом;
- участі у змаганнях і виставках.

ОРІЄНТОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№	Назва	Кількість
<i>Технічні й програмні засоби</i>		
1	Комп'ютерний клас (група до 15 осіб, робочих станцій від 6)	
2	Операційна система Windows, Linux, Mac	
3	Інтернет-браузер для перегляду Web-сторінок.	
4	Встановлене середовище програмування Arduino IDE	
<i>Обладнання для проведення практичних робіт (на 1 робоче місце)</i>		
1.	Плата Arduino UNO із кабелем USB	1
2.	Макетна плата	1
3.	Провідники Dupont (комплект)	1
4.	Світлодіоди	70
5.	RGB-світлодіоди	1
6.	Резистори	75
7.	Потенціометр	1
8.	Кнопка	5
9.	Фоторезистори	1
10.	П'єзоелементи	1
11.	OLED-дисплей	1
12.	Датчик температури та вологості	1
13.	Двигун	2
14.	Драйвер двигуна	1
15.	Серводвигун	1
16.	Інфрачервоний сенсор відстані	3
17.	Ультразвуковий сенсор відстані	1
18.	Набір для занять електроніки (транзистори, діоди, мікросхеми)	1
19.	Набір для створення LED-кубу 4x4x4	1

ЛІТЕРАТУРА

1. Програма технічного конструювання. Програми з позашкільної освіти науково-технічний напрям (інформаційно-технічний профіль). – Київ С.15-32
2. Програма «ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ НА ПЛАТФОРМІ ARDUINO»
Основний рівень, 1 рік навчання
3. Ресурс habr.com : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://habr.com/search/?q=Arduino#h>
4. Arduino : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://www.arduino.cc/>
5. Arduino blog : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://blog.arduino.cc/>
6. Arduino-DIY : електронний ресурс. – Режим доступу. – <http://arduino-diy.com/>
7. Arduino Forum : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://forum.arduino.cc/>
8. F.Perea Arduino Essentials, 2015 – 206 pages.