

Збірник «Навчальні програми з позашкільної освіти. Науково-технічний напрям. (Випуск 4) (Загальна редакція Г. А. Шкури, Т. В. Биковського)

**НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ
ОСВІТИ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОГО НАПРЯМУ
«ОСНОВИ РОБОТОТЕХНІКИ НА ПЛАТФОРМІ
ARDUINO» Основний рівень, 1 рік навчання**

*(«Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»,
лист МОН від 07.10.2019 № 1/11-8872)*

Автор: Д. Р. Корнієнко

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

На сьогоднішній день галузь робототехніки набула надзвичайно широкого розвитку. Роботів найрізноманітнішого призначення можна зустріти на виробництві, у побуті, у військовій промисловості, у медицині та інших галузях. Тому для створення та обслуговування таких роботів потрібні висококваліфіковані інженерні кадри.

Arduino – це апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу яка може використовуватися для створення автономних інтерактивних об'єктів.

Навчальна програма реалізується в гуртках, секціях, творчих об'єднаннях робототехніки науково-технічного напрямку закладів позашкільної освіти та спрямована на вихованців 11 - 14 років.

Метою навчальної програми є формування ключових компетентностей особистості засобами робототехніки.

Завдання навчальної програми полягають у формуванні таких компетентностей:

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

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

творчої, яка передбачає набуття досвіду власної творчої діяльності з створення робототехнічних пристроїв, розв'язання творчих завдань, здатності проявляти творчу ініціативу; формування вміння самостійно використовувати інформаційні технології; розвиток конструкторських, винахідницьких, творчих здібностей, системного, просторового і логічного мислення, уяви, фантазії,

формування стійкого інтересу до науково-технічної творчості, потреби у творчій самореалізації;

соціальної, яка передбачає розвиток трудової культури, досягнення високого рівня освіченості і вихованості; емоційний та інтелектуальний розвиток; формування кращих особистісних рис (відповідальність, чесність, працелюбство, самостійність), ціннісного ставлення до себе та інших, вміння працювати у колективі; формування громадської поведінки, патріотизму, любові до України.

В основу програми покладені принципи: від простого до складного, науковості, доступності; єдності навчання й виховання. Послідовне викладення матеріалу забезпечує змістовне розуміння процесів роботизації та дозволяє засвоїти всі етапи на шляху створення робота.

Програма передбачає 1 рік навчання на основному рівні, на опрацювання навчального матеріалу відводиться 216 год. (6 год./тиждень).

Програма передбачає проведення теоретичних та практичних занять. Теми подано в порядку зростання складності матеріалу. Під час практичних занять передбачається виконання конкретного, однакового для всіх завдання.

Формою контролю за результативністю навчання є підсумкові, залікові заняття, захист творчої роботи, участь у змаганнях та конкурсах.

Навчання у гуртку не потребує спеціальної підготовки та спеціальних знань. Навчальний матеріал програми адаптований до занять з учнями різного рівня підготовки.

З метою розвитку та підтримки обдарованих та талановитих вихованців, здобуття ними практичних навичок і для задоволення їхніх потреб у професійному самовизначенні поряд із груповими, колективними формами роботи проводиться індивідуальна робота з учнями при підготовці до змагань, виставок та інших масових заходів. Створюються умови для диференціації та індивідуалізації навчання відповідно до творчих здібностей, обдарованості, віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я вихованців.

Програма є орієнтовною. За необхідності керівник гуртка може внести до програми зміни, які не повинні впливати на загальний зміст навчальної програми та кількість навчальних годин. Незмінними мають залишатися мета, завдання і прогнозований результат освітньої діяльності.

Основний рівень НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього

Вступ	2	–	2
Розділ 1. Платформа Arduino	10	18	28
1.1. Основні компоненти Arduino	2	1	3
1.2. Основи електроніки	2	2	4
1.3. Керування світлодіодом	1	6	7
1.4. Конденсатори	1	1	2

1.5. Широтно-імпульсна модуляція (ШИМ)	2	6	8
1.6. Транзистор	2	2	4
Розділ 2. Шлях до автоматизації	17	21	38
2.1. Автоматика	1	1	2
2.2. Електронні пристрої	4	4	8
2.3. Фоторезистор	1	1	2
2.4. RGB-світлодіод	1	1	2
2.5. П'єзоелектричний випромінювач (buzzer)	1	1	2
2.6. Електронні пристрої і людина	4	4	8
2.7. Інфрачервоний сенсор відстані TCRT5000	1	1	2
2.8. Ультразвуковий сонар HC-SR04	1	1	2
2.9. Цифровий датчик температури та вологості DHT11	1	1	2
2.10. OLED-дисплей	2	6	8
Розділ 3. Двигуни	4	8	12
3.1. Двигун постійного струму	2	4	6
3.2. Серводвигун	2	4	6
Розділ 4. Макетування та паяння	2	26	28
4.1. Макетування	1	3	4
4.2. Технологія паяння	1	23	24
Розділ 5. Автономні Arduino-роботи	8	98	106
5.1. Конструювання робо-машини LineTracker	2	28	30
5.2. Конструювання робо-машини, що оминає перешкоди	2	28	30
5.3. Проектна діяльність	2	22	24
5.4. Змагання роботів	2	20	22
Підсумок	2	–	2
Разом:	45	171	216

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (2 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. Платформа Arduino (28 год.)

1.1. Основні компоненти Arduino (3 год.)

Теоретична частина. Різновиди плат Arduino: Arduino UNO, Arduino MEGA, Arduino NANO. Поняття «мікроконтролер» та «мікропроцесор». Характеристики та будова плати Arduino UNO.

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()*».

1.2. Основи електроніки (4 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. Радіоелементи: резистор, реостат (потенціометр), лампочка, світлодіод, конденсатор, транзистор тощо. Графічне позначення радіоелементів на схемах. Макетна плата.

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

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

1.3. Керування світлодіодом (7 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.

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»).

1.4. Конденсатори (2 год.)

Теоретична частина. Накопичення електричного заряду. Конденсатор.

Акумулятор. Одиниця вимірювання ємності (Фарад).

Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів.

Практична частина. Складання електричного кола з батареї, світлодіода та конденсаторів різної ємності. Проведення дослідів на тривалість роботи світлодіода в залежності від ємності конденсатора.

1.5. Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ) (8 год.)

Теоретична частина. Поняття: широтно-імпульсна модуляції (ШІМ), 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 ШІМ-виводи плати Arduino; за допомогою потенціометра.
 Спостереження через монітор порту за зміною показань з потенціометра.

1.6. Транзистор (4 год.)

Теоретична частина. 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».

Розділ 2. Шлях до автоматизації (38 год.)

2.1. Автоматика (2 год.)

Теоретична частина. Поняття автоматизації. Засоби автоматизації: сенсори, керуючі пристрої (контролери, драйвери), виконавчі механізми. Застосування засобів автоматизації.

Практична частина. Складання пристрою з використанням засобів автоматизації («Кухонний таймер»).

2.2. Електронні пристрої (8 год.)

Теоретична частина. Електронний пристрій: дизайн, електронні компоненти, друкована плата. Провідники та діелектрики. Активні і пасивні електронні компоненти. Поняття мікросхеми. Види та типи мікросхем.

Цифрова та аналогова електроніка. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Тригер ТМ2.

Практична частина. Складання пристроїв з використанням макетної плати і провідників («Мигалка», «Індикатор прихованої проводки» тощо). Складання перемикача на основі тригера ТМ2.

2.3. Фоторезистор (2 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.

2.4. RGB-світлодіод (2 год.)

Теоретична частина. 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. Написання програм керування кольором RGB-світлодіода: з використанням циклів *for*, *do ... while*, *while ... do*; за допомогою кнопок.

2.5. П'єзоелектричний випромінювач (buzzer) (2 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()* *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'єзоелемент. Складання електричного кола та написання програми для відтворення певної послідовності звукових сигналів в залежності від того, яка кнопка натиснута («Піаніно»).

2.6. Електронні пристрої і людина (8 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».

2.7. Інфрачервоний сенсор відстані TCRT5000 (2 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.

2.8. Ультразвуковий сонар HC-SR04 (2 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.

2.9. Цифровий датчик температури та вологості DHT11 (2 год.)

Теоретична частин. 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.

2.10. OLED-дисплей (8 год.)

Теоретична частина. Пристрої візуалізації графічної інформації: дисплеї, принтери, плоттери. 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.

Розділ 3. Двигуни (12 год.)

3.1. Двигун постійного струму (6 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. Серводвигун (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. Макетування та паяння (28 год.)

4.1. Макетування (4 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 різачу. Правила техніки безпеки при роботі на лазерному різачу.

Практична частина. Вправи з оволодіння прийомами 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 різача та запуск процесу різання.

Створення файлу 3D-моделі, слайдування, друк.

4.2. Технологія паяння (24 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 «LED-куб 4x4x4»

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.

Розділ 5. Автономні Arduino-роботи (106 год.)

5.1. Конструювання робо-машини LineTracker (30 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 (30 год.)

Теоретична частина. Будова та принцип 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 (22 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 (2 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 програм Arduino IDE: функції, типи змінних, умовні та логічні оператори, операції порівняння, цикли тощо;
- основи креслення;
- інструменти та матеріали, необхідні для паяння;
- технологію виготовлення макетів для вирізання на лазерному різачу;
- 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;
- участі у змаганнях;
- роботи над власним проектом.

ОРІЄНТОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№	Назва	Кількість (шт)
<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	за потребою 70
4.	Світлодіоди	
5.	RGB-світлодіоди	1
6.	Резистори	5
7.	Потенціометр	1
8.	Кнопка	5
9.	Фоторезистори	1
10.	П'єзoelementи	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. В. Петин. Проекты с использованием контроллера Arduino. – БХВ-Петербург, 2015, 448 с.
2. Дж. Блум. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. – БХВ-Петербург, 2015, 336 с.
3. Програма технічного конструювання. Програми з позашкільної освіти науково-технічний напрям (інформаційно-технічний профіль). – Київ С.15-32
4. Ресурс habr.com : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://habr.com/search/?q=Arduino#h>
5. Саймон Монк Програмируем Arduino. – СПб. : Питер, 2017. – 252 с.
6. Arduino : електронний ресурс. – Режим доступу. – <https://www.arduino.cc/>

7. _____ Arduino blog : электронный ресурс. – Режим доступа. – <https://blog.arduino.cc/>

8. _____ Arduino-DIY : электронный ресурс. – Режим доступа. – <http://arduino-diy.com/>

9. _____ Arduino Forum : электронный ресурс. – Режим доступа. – <https://forum.arduino.cc/>

10. F.Perea Arduino Essentials, 2015 – 206 pages.