

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
«СТАНЦІЯ ЮНИХ ТЕХНІКІВ»

ПОГОДЖЕНО

Протокол засідання науково-методичної ради Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти "24" червня № 3

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ управління освіти і науки Тернопільської обласної державної адміністрації "02" вересня № 151/01-07

**Навчальна програма з позашкільної освіти  
дослідницько-експериментального напрямку  
«Інженерне моделювання та конструювання  
на базі платформи Arduino»  
(інтегрований курс)  
(основний рівень, один рік навчання)**

**Автори:**

Гребень Роман Валентинович, заступник директора з методичної роботи, керівник гуртка “ArduinoHub” комунального закладу Тернопільської міської ради «Станція юних техніків».

Наконечний Володимир Васильович, керівник гуртка “ArduinoHub” комунального закладу Тернопільської міської ради «Станція юних техніків».

Чубатий Андрій Валерійович, керівник гуртка “ArduinoHub” комунального закладу Тернопільської міської ради «Станція юних техніків».

**Рецензенти:**

Лупенко С.А., доктор технічних наук, професор кафедри комп’ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету ім. Пулюя;

Пальчик А.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри комп’ютерних технологій Тернопільського національного педагогічного університету ім. Гнатюка;

Назаревич О.Б., кандидат технічних наук, доцент кафедри «Комп’ютерних наук» Тернопільського національного технічного університету ім. Пулюя, керівник факультативного курсу «Arduino».

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Технічна творчість, як одна з найбільш цікавих форм дозволяє школярів, сприяє розкриттю і розвитку творчих здібностей, ініціативи, самостійності та самовизначенню у житті, підвищенню якості трудової підготовки і професійної орієнтації вихованців, вмінню орієнтуватись в світі техніки, як невід'ємної складової частини освіченості кожної сучасної людини.

Arduino — апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є спрощеною підмножиною C/C++. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Processing, AdobeFlash, Max/MSP, PureData, SuperCollider).

Навчальна програма є інтегрованою, оскільки містить три напрямки підготовки, що об'єднані однією кінцевою метою і реалізується у гуртках, студіях, творчих об'єднаннях, клубах закладів позашкільної освітідослідницько-експериментального напрямку спрямована на вихованців віком 11-15 років.

**Метою** програми є здобуття знань, вмінь та навичок, а також всебічний розвиток особистості у процесі ознайомлення з основами радіоелектронного конструювання, схемотехніки, програмування діючих моделей як готових пристроїв так і окремих модулів, пошуково-конструкторська діяльність із використанням 3D-графіки та моделювання.

Основні **завдання** полягають у формуванні:

*пізнавальної компетентності*, яка спрямована на оволодіння поняттями та знаннями з радіоелектронного конструювання, схемотехніки, основ програмування мікроконтролерів та основ 3D-моделювання; поглиблення знань з навчальних предметів технічного спрямування: фізика, трудове навчання, креслення, інформатика.

*практичної компетентності*, яка передбачає формування техніко-технологічних умінь і навичок радіоелектронного та модульного конструювання, експлуатації електро-радіотехнічних приладів та пристроїв, 3D-моделювання, технологічних процесів, використання програмного забезпечення для програмування мікроконтролерів Arduino та розробки проєктів з використанням 3D-графіки;

*творчої компетентності*, яка орієнтована на набуття досвіду власної творчої діяльності дослідно-експериментального спрямування, розв'язання інженерних завдань, здатності проявляти творчу пошукову ініціативу; формування вмінь самостійного виготовлення технічних об'єктів; розвиток творчих здібностей, системного, просторового мислення, уяви, фантазії,

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

*соціальної компетентності*, яка спрямована на розвиток трудової культури, досягнення високого рівня освіченості і вихованості. Емоційний, фізичний та інтелектуальний розвиток. Формування кращих особистісних рис, ціннісного ставлення до себе та інших, вміння працювати індивідуально та в колективі; розвиток здатності до професійного самовизначення, творчого становлення; формування громадянської поведінки, патріотизму, любові до України.

Навчальна програма орієнтована на організацію освітньої діяльності протягом одного року навчання за основним рівнем: 324 год/рік (9 год./тиждень).

Змістове наповнення навчальної програми передбачає опанування знаннями про принципи роботи радіоелектронних приладів, ознайомлення з призначенням, будовою радіоелементів і схем, технологічними основами розробки, монтажу та складання радіоелектронних пристроїв, сучасної імпульсної техніки, засобами передачі, прийому та відображення інформації, історією та перспективами розвитку вітчизняної радіотехніки й електроніки, основами програмування мікроконтролерів, конструктивними особливостями будови складових роботизованих систем та елементами 3D-моделювання і 3D-друку; складання та тестування схем, конструювання пристроїв та приладів, проведення відповідних розрахунків, оволодіння навичками роботи з персональним комп'ютером і спеціалізованим програмним забезпеченням; програмування різного рівня складності механізмів, проектування і реалізація проекту «Розумний дім», конструювання і програмування власних роботів, а також моделювання елементів механізмів за допомогою програм 3D-графіки та виготовлення їх на 3D-принтері і фрезерному верстаті.

Використання комп'ютера в освітній діяльності як інструменту професійної діяльності, підвищує його ефективність, дає вихованцям змогу відчутти і побачити корисність своєї праці.

Методами опрацювання навчального матеріалу є практичні (робота в технічних майстернях та/або лабораторіях, дослідні роботи, графічні зображення), наочні (ілюстрування, демонстрування. Самостійне спостереження), словесні (пояснення, розповідь, бесіда), робота з книгою, відео-метод, стимулювання навчальної діяльності вихованців, формування пізнавальних інтересів (пізнавальні ігри, навчальні дискусії тощо), при потребі використання дистанційних навчальних платформ.

Формами контролю за результативністю навчання є підсумкові заняття, участь в конкурсах, змаганнях, виставках технічної творчості тощо.

За запропонованою програмою можуть проводитись індивідуальні заняття, які організуються відповідно до Положення про порядок організації

індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах (наказ Міністерства освіти і науки №1123 від 10.12.2008 року).

Програма є орієнтовною. За необхідності керівник гуртка може внести до програми певні зміни на свій розсуд, 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**

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1.	Вступ	3	-	3
2.	Модель робота на платформі Arduino	6	6	12
3.	Основні закони електро- і радіотехніки	9	9	18
4.	Електро- і радіотехнічні матеріали	6	9	15
5.	Пасивні елементи радіоелектронної апаратури (РЕА)	9	9	18
6.	Датчики	6	6	12
7.	Електро- і радіотехнічні виміри. Вимірювальні прилади	6	12	18
8.	Джерела живлення РЕА	6	6	12
9.	Напівпровідникові прилади	6	9	15
10.	Генерування електричних коливань	6	9	15
11.	Широтно-імпульсна модуляція	6	6	12
12.	Елементи комп'ютерної графіки	21	30	51
13.	Конструювання та монтаж РЕА	6	9	15
14.	Основи мікропроцесорної техніки. Мікропроцесори в побутовій техніці	6	6	12
15.	Основи роботи з платформою Arduino	21	72	93
16.	Підсумок	3	-	3
	<b>Разом:</b>	<b>126</b>	<b>198</b>	<b>324</b>

**ЗМІСТ ПРОГРАМИ**

**1. Вступ (3 год.)**

*Теоретична частина.* Мета, завдання та зміст роботи. Організаційні питання. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Техніка безпеки при роботі з електричними приладами, 3D-принтером, фрезерним верстатом, комп'ютером.

**2. Модель робота на платформі Arduino (12 год.)**

*Теоретична частина.* Походження терміну. Функціональна схема робота. Історія створення роботів. Роботи сьогодні. Відомі виробники роботів.

Робот на платформі Arduino: елементи конструкції, запуск моделі, виконання роботом своїх завдань.

*Практична частина.* Дослідження конструкції робота на платформі Arduino.

### **3. Основні закони електро- і радіотехніки (18 год.)**

*Теоретична частина.* Електризація тіл. Природа електричного струму. Постійний електричний струм. Опір провідників. Закон Ома для ділянки кола. Робота та потужність постійного електричного струму.

Закони Кірхгофа. Розрахунок потужності електричного кола. Магнітне поле. Магнітне поле провідника зі струмом. Взаємодія магнітного поля з електричним струмом.

Електромагнітна індукція. Змінний електричний струм. Основні параметри змінного струму (період, частота, амплітуда). Активний та індуктивний опір у колі змінного струму. Конденсатор у колі постійного й змінного струму. Потужність змінного струму.

*Практична частина.* Вимірювання сили та напруги струму в колі. Розрахунок опору ділянки кола; потужності електричного кола. Дослідження складних електричних кіл постійного та змінного електричного струму.

### **4. Електро- і радіотехнічні матеріали (15 год.)**

*Теоретична частина.* Провідники, напівпровідники та діелектрики, їх властивості, застосування. Матеріали, які використовуються в радіоелектроніці, їх властивості, застосування і способи оброблення. Монтажні та обмотувальні проводи.

*Практична частина.* Вивчення електро- і радіотехнічних матеріалів, їх властивостей. Демонтаж вузлів радіоелектронної апаратури. Робота з технічними довідниками.

### **5. Пасивні елементи радіоелектронної апаратури (РЕА) (18 год.)**

*Теоретична частина.* Загальні відомості про елементи РЕА. Ряди номінальних значень опорів резисторів і ємностей конденсаторів. Класифікація, основні параметри резисторів. Кодовані позначення припустимих відхилень опорів резисторів від номінальних значень. Умовні позначення резисторів на електричних схемах. Послідовне і паралельне з'єднання резисторів.

Класифікація, параметри та умовні позначення конденсаторів. Конденсатори постійної та змінної ємності. Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів. Класифікація, параметри та умовні позначення конденсаторів. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів. Кольорове маркування резисторів і конденсаторів.

Катушки індуктивності, їхні різновиди, способи виготовлення. Дроселі, трансформатори, автотрансформатори. Вимикачі і перемикачі. Електромагнітні реле. Комутаційні пристрої та контактні з'єднання. Роз'ємні з'єднання. Запобіжники. Джерела світла. Елементи індикації і сигналізації. Акустичні прилади (мікрофон, головний телефон, динамічна голівка).

*Практична частина.* Вивчення принципу дії радіоелементів, резисторів, конденсаторів, котушок індуктивності при паралельному, послідовному та змішаному з'єднанні з використанням електрорадіосхем та ілюстрацій. Використання комп'ютерної програми «S-plan 7.0» для моделювання електро-радіосхем: «Біжуча хвиля», «Детектор прихованої проводки», «Регулятор обертів двигуна» тощо.

Дослідження принципу роботи конденсаторів при паралельному, послідовному та змішаному з'єднаннях.

Вивчення кольорового маркування резисторів та конденсаторів.

Вивчення характеристик електромагнітного реле.

Виконання й оформлення принципів схем.

Демонтаж вузлів радіоапаратури.

## **6. Датчики (12 год.)**

*Теоретична частина.* Датчик: суть поняття, класифікація, застосування. Дискретні, аналогові, цифрові, імпульсні; провідні, бездротові; одномірні, багатовимірні; елементні, інтегральні датчики. Оптичний (фотодатчик), магнітоелектричний (на основі ефекту Холла), п'єзоелектричний, тензоперетворювач, ємнісний, потенціометричний, індуктивний датчик.

*Практична частина.* Робота з датчиками різних типів.

## **7. Електро- і радіотехнічні виміри. Вимірювальні прилади (18 год.)**

*Теоретична частина.* Поняття вимірювання і вимірювальних приладів. Тестери. Мультиметри. Вимірювачі R, C, L. Ознайомлення з приладами для вимірювання напруги, струму, опору, ємності та індуктивності. Техніка безпеки при роботі з колами електричного струму. Поняття про високочастотні струми.

*Практична частина.* Вправи з удосконалення навичок користування комбінованими вимірювальними приладами. Вимірювання електричних величин (напруги та опору) у колах постійного і змінного струмів. Дослідження проходження постійного та змінного електричного струму, їх порівняльна характеристика.

Вивчення роботи електронного осцилографа.

Виготовлення простих пробників.

Вимірювання опору резисторів за допомогою комбінованих вимірювальних приладів (авометра, тестера, мультиметра тощо).

## **8. Джерела живлення РЕА (12 год.)**

*Теоретична частина.* Види та призначення джерел струму і напруги. Основні характеристики та параметри елементів. З'єднання елементів у батареї. Акумулятори та гальванічні елементи. Випрямлячі змінного струму.



Однонапівпровідниковий та двонапівпровідниковий випрямлячі. Вибір елементів для випрямляча.

Згладжувальні фільтри. Вибір елементів згладжувальних фільтрів.

Електронні стабілізатори напруги, їх призначення та види. Робота компенсаційного електронного стабілізатора напруги.

Стабілізований блок живлення на ІМС: схема, принцип роботи.

*Практична частина.* Дослідження принципу роботи однонапівпровідникового і двонапівпровідникового випрямлячів. Проведення спрощеного розрахунку випрямляча.

Вивчення RC-ланцюга, його параметрів.

Дослідження принципу роботи параметричного і компенсаційного стабілізаторів напруги на прикладі роботи сервоприводів робота.

## **9. Напівпровідникові прилади (15 год.)**

*Теоретична частина.* Електрофізичні явища у напівпровідниках, властивості напівпровідників. Контакт двох напівпровідників р- і n-типів. Утворення електронно-діркового переходу. Вольт-амперна характеристика.

Напівпровідникові діоди: будова, принцип дії, умовні графічні позначення.

Випрямляючі діоди, стабілітрони, стабістори і варикапи. Маркування, основні параметри та застосування напівпровідникових діодів.

Біполярні транзистори: будова, принцип дії, статичні характеристики, режим роботи. Схеми включення біполярного транзистора в каскадах радіотехнічних пристроїв. Поняття про вхідний і вихідний опір транзисторного каскаду. Параметри біполярного транзистора, його частотні властивості, класифікація і маркування. Польові транзистори: будова, принцип дії та застосування, графічне позначення.

Тиристори. Симетричні тиристори. Характер зміни опору напівпровідників при нагріванні.

Терморезистори. Застосування терморезисторів. Характер зміни опору напівпровідників при зміні освітленості.

Фоторезистори. Застосування фоторезисторів. Система позначень напівпровідникових приладів.

*Практична частина.* Вивчення конструкцій діодів і транзисторів. Дослідження властивостей діодів. Вимірювання прямого і зворотного опорів діода.

Дослідження біполярного транзистора в режимах підсилювання і перемикачів. Перевірка транзистора на придатність до роботи.

Виготовлення конструкцій із застосуванням напівпровідникових приладів. Дослідження фоторезисторів, терморезисторів тощо. Вивчення системи позначень напівпровідникових приладів.

## **10. Генерування електричних коливань (15 год.)**

*Теоретична частина.* Генератори: суть поняття, класифікація, коротка історична довідка. Умови одержання електричних коливань. Мультивібратори, блокінг-генератори. Тригери. Генератори імпульсів на логічних елементах. Генератори гармонійних коливань. RC-генератори. LC-генератори з трансформаторним зворотним зв'язком, триточкова схема генератора.

*Практична частина.* Виготовлення генератора звукової частоти, дослідження його роботи. Складання мультивібратора на транзисторах та/або на логічних елементах. Дослідження характеристик мультивібратора.

## **11. Широтно-імпульсна модуляція (12 год.)**

*Теоретична частина.* Поняття широтно-імпульсної модуляції (ШІМ). Принцип роботи ШІМ: аналогова ШІМ, цифрова ШІМ, фільтрація вихідного сигналу. Переваги ШІМ.

Апаратна ШІМ. Симетрична ШІМ. Швидка ШІМ.

*Практична частина.* Вивчення принципу роботи ШІМ та можливостей її застосування у різних пристроях РЕА. Робота ШІМ контролера в ланці драйвера двигуна.

## **12. Елементи комп'ютерної графіки (51 год.)**

*Теоретична частина.* Створення 2D-креслень. Програма AutoCAD: інтерфейс програми, основні прийоми роботи.

Програма ArtCam: інтерфейс програми. Алгоритм перетворення ArtCam-файлу в керуючу програму для 3D-фрезерного верстата.

3D-фрезерний ЧПК-верстат: програма роботи верстата, інтерфейс програми. Редагування і виправлення точок з'єднання в ескізі. Збереження креслення в DXF форматі. Перенесення DXF файлу з AutoCAD у SolidWorks.

Створення 3D-креслень. Ескіз в програмі AutoCAD. Обробка матеріалів на ЧПК фрезері. Фреза: суть поняття, способи використання, класифікація і конструкція. Фрезерування: основні види і схеми; застосування мастильно-охолоджувальних рідин при фрезеруванні.

Принцип побудови простих 3D-об'єктів з одного ескізу. Пошарове розбивання складного 3D-об'єкта. Побудова складного 3D-об'єкта в SolidWorks. Особливості багат шарового креслення. Алгоритм збереження в STL-форматі.

Програма роботи з 3D-принтером Cura 15.0, інтерфейс програми. Види пластику для 3D-принтера, особливості температурних режимів при виготовленні деталей різної складності. Техніка безпеки при роботі з 3D-принтером. Способи з'єднання складних конструкцій.

*Практична частина.* Побудова 2D-креслення з використанням програми AutoCAD.

Відпрацювання основних прийомів роботи при побудові 2D-креслення: збереження в DXF-форматі; перенесення DXF форматів ArtCam-програму; створення ArtCam-файлу.

Оволодіння прийомами ручного керування ЧПК-верстатом через програму Match3. Накреслювання ескізу в програмі ArtCam та вирізування лазерним пристроєм на ЧПК-верстаті. Виготовлення ескізу в програмі AutoCAD; редагування сумісності точок з'єднання; створення об'ємної моделі в SolidWorks з файлу DXF (AutoCAD) методом задання товщини.

Створення 2D-ескізу в SolidWorks: перевірка та редагування точок з'єднання в ескізі; створення об'ємної деталі в SolidWorks.

Оволодіння прийоми роботи з 3D-принтером: друкування деталей; побудова креслення та 3D-друк конструкції «коробки для акумуляторів». Побудова креслення та вирізування на ЧПК-фрезері складових деталей конструкції «коробки для акумуляторів».

### **13. Конструювання та монтаж РЕА (15 год.)**

*Теоретична частина.* Паяння: суть поняття, переваги, терміни й означення. Обладнання та матеріали: паяльники та паяльні станції, припої, флюси. Види паяння: капілярне та некапілярне. Способи паяння. Класифікація спаїв. Вимоги до припоїв та паяльних сумішей.

Поняття радіомонтажних робіт. Схеми радіотехнічних пристроїв, їх призначення. Класифікація схем: структурна, функціональна і принципова.

Види та порядок виконання електричного монтажу. Макетні плати. Макетні плати швидкого монтування.

*Практична частина.* Виготовлення радіоелектронних пристроїв і конструкцій, складання технологічної карти на виготовлення пристрою чи модулів (за завданням керівника чи власним планом).

Відпрацювання прийомів електричного монтажу радіоелементів і паяння.

Виготовлення друкованої плати.

Виконання графічних зображень структурних і функціональних схем радіоприладів.

Побудова принципових електричних схем радіопристроїв з використанням комп'ютерної програми «sPlan7.0».

### **14. Основи мікропроцесорної техніки. Побутова техніка з використанням мікроконтролерів (12 год.)**

*Теоретична частина.* Структура і принцип дії мікропроцесорної системи, програмне забезпечення. Загальні характеристики мікропроцесорів: швидкодія, розрядність, сумісність з ІМС, надійність. Застосування мікропроцесорів.

*Практична частина.* Вивчення принципових схем радіоелектронних приладів з мікропроцесорами.

## **15. Основи роботи з платформою Arduino (93 год.)**

*Теоретична частина.* Платформа Arduino: апаратна частина, мікроконтролери Atmel, цифрові і аналогові контакти введення-виведення, плати Arduino, змінні, цикли.

Зв'язок Arduino з персональним комп'ютером по USB. Управління Arduino з Android-пристроїв через Bluetooth. Масиви. Плати розширення.

Arduino і роботехніка. Проектування моделей роботів на базі Arduino.

Потенціометр. RGB-світлодіод. Кнопка. Підтягуючий резистор. Брязкіт кнопок. Фоторезистор. Дільник напруги. П'єзодинамік. Сервопривід. Семисегментний індикатор. Світлодіодна шкала. Двигуни постійного струму. Діод. Підключення двигуна. Управління швидкістю обертання двигуна за допомогою ШІМ. LCD-дисплей. Кроковий двигун. Драйвер двигунів.

*Практична частина.* Розробка та виготовлення необхідних комплектуючих, виготовлення плат, складання схем, збирання, написання програм і прошивка пристроїв та діючих електрифікованих моделей на базі Arduino.

Управління світлодіодом. Зміна яскравості світло діода з використанням ШІМ. Мінігрлянда. Змішування кольорів. Вмикання/вимикання світлодіода з допомогою кнопки. Усунення брязкоту кнопок під час вмикання/вимикання світлодіода. Управління світлодіодом через ПК. Написання Android-додатка для управління Arduino через Bluetooth. Дистанційне управління RGB-світлодіодом.

Створення сирени. Програвання мелодії. Пантограф. Вивід текстової інформації на дисплей. Калькулятор. Реалізація проекту «Розумний дім»: автоматизація освітлення в домі, охоронна система, автоматизація догляду за рослинами, «розумний» кондиціонер, електронний ключ до дому на основі RFID-модуля, сигналізація витoku природного газу в домі.

Створення роботизованих моделей: робот для обминання перешкод, робот для пересування вздовж лінії, робот-сумоїст, робот-прибиральник.

## **16. Підсумок (3 год.)**

*Теоретична частина.* Підбиття підсумків.

### **ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ**

*Вихованці мають знати і розуміти:*

- заходи безпеки при роботі в лабораторії;
- основні електричні величини;
- Закон Ома і його практичне застосування;

- Закони Кірхгофа, їх застосування при розрахунку електричного кола;
- відомості про змінний електричний струм і його основні параметри;
- типи і властивості радіотехнічних матеріалів;
- основні пасивні елементи РЕА, їх класифікацію, типи, позначення;
- паралельне, послідовне і змішане з'єднання резисторів і конденсаторів;
- вимірювання електричних величин у колах постійного і змінного струмів;
- будову комбінованого електровимірювального приладу;
- умовні позначення, будову, принцип роботи, основні характеристики, класифікацію та схеми включення і режими роботи напівпровідникових приладів;
- типи і види джерел електричного струму, їх призначення;
- теоретичні основи випрямлення змінного струму, типи випрямлячів, принципи їхньої роботи, електронні стабілізатори напруги;
- типи й основи роботи згладжувальних RC і LC фільтрів;
- основи технічної творчості, конструювання, монтажу і складання радіоелектронних пристроїв;
- основи програмування на рівні, необхідному для функціонування спершу простих, а згодом все складніших механізмів;
- особливості проектування і реалізації проекту «Розумний дім»;
- особливості конструювання і програмування роботизованих систем;
- основи моделювання елементів механізмів за допомогою програм 3D-графіки та виготовлення їх на 3D-принтері і фрезерному верстаті.

*Вихованці мають вміти і застосовувати:*

- читати найпростіші принципові схеми радіоелектронних приладів;
- користуватися спеціальною і довідковою літературою;
- розробляти і виготовляти найпростіші друковані плати;
- якісно і правильно робити пайку і монтаж радіоелементів;
- обробляти радіотехнічні матеріали;
- користуватися слюсарними і монтажними інструментами;
- вимірювати електричні величини в колах постійного і змінного електричного струму за допомогою комбінованого приладу;
- виготовляти простий корпус для радіотехнічного пристрою (виробу);
- користуватись довідковою літературою;
- програмувати мікроконтролери;
- моделювати елементи складових частин та модулі за допомогою програм 3D-графіки;
- виготовляти нескладні елементи на 3D-фрезері та 3D-принтері.

*Вихованці мають набути досвіду:*

- радіоелектронного конструювання, схемотехніки, основ програмування мікроконтролерів та основ 3D-моделювання;
- застосування техніко-технологічних умінь і навичок з радіоелектронного та модульного конструювання, експлуатації електро-радіотехнічних приладів та пристроїв 3D-моделювання, технологічних процесів;
- використання програмного забезпечення для програмування мікроконтролерів Arduino та розробки проектів з використанням 3D-графіки;
- власної творчої пошуково-дослідницької діяльності;
- розв'язання творчих завдань, здатності проявляти творчу ініціативу, самостійного виготовлення технічних об'єктів;
- роботи в команді в процесі проектування та виготовлення як окремих елементів так і закінченої моделі чи конструкції.

## ОРИЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№ п/п	Основне обладнання	Кількість
<i>Верстати</i>		
1.	Свердлильний	1 шт.
2.	Токарний	1 шт.
3.	Слюсарний	1 шт.
4.	Фрезерний	1 шт.
5.	Заточний	1 шт.
<i>Прилади, пристосування, інструменти та приладдя</i>		
1.	3D-принтер	1 шт.
2.	Електропаяльник	10 шт.
3.	Тиски	2 шт.
4.	Лобзик електромеханічний	1 шт.
5.	Ніж	5 шт.
6.	Ножиці по металу	2 шт.
7.	Лобзик	5 шт.
8.	Струбцина	5 шт.
9.	Шило	5 шт.
10.	Ножівка по металу	5 шт.
11.	Плоскогубці	5 шт.
12.	Круглогубці	1 шт.
13.	Кусачки	5 шт.
14.	Напилки	10 шт.
15.	Пінцет	5 шт.
16.	Набір надфілів	2 набори
17.	Набір свердел	5 наборів
18.	Молоток (0, 2 кг)	5 шт.
19.	Набір викруток	3 шт.
20.	Різьбонарізний набір	3 шт.
21.	Ручні тиски	3 шт.
22.	Човник для намотування дроту	3 шт.
23.	Штангенциркуль	2 шт.
24.	Мікрометр	1 шт.
25.	Металева щітка	1 шт.
26.	Зубило	1 шт.
27.	Стамеска	1 шт.
28.	Набір ключів для гайок	2 набори
29.	Лінійка	5 шт.

30.	Косинець	2 шт.
31.	Циркуль	5 шт.
32.	Лекала	2 шт.
33.	Підставки для паяльників	10 шт.
34.	Олівці	15 шт.
35.	Фломастери	15 шт.
36.	Витяжна шафа	2шт.
37.	Набори «Умілі руки»	1 шт.
38.	Плата ArduinoNano	10 шт.
39.	Макетна плата (бредборд)	10 шт.
40.	З'єднувальні провідники типу «тато»-«тато» 40 шт./уп.	10 шт.
41.	З'єднувальні провідники типу «мама»-«мама» 40 шт./уп.	10 шт.
42.	З'єднувальні провідники типу «тато»-«мама» 40 шт./уп	10 шт.
43.	ГЧ пульт й ГЧ приймач	10 шт.
44.	Ультразвуковий датчик, 5 шт	2 шт.
45.	Датчик температури, 10 шт	1 шт.
46.	Сервопривід, 10 шт.	1 шт.
47.	Світлодіодна шкала, 10 шт.	1 шт.
48.	Датчик рівня води.	10 шт.
49.	Датчик вологи ґрунту.	10 шт.
50.	7-сегментний індикатор, 10 шт.	1 шт.
51.	Датчик нахилу, 2 шт.	5 шт.
52.	Кроковий двигун з драйвером, 5 шт.	2 шт.
53.	LCD-дисплей	10 шт.
54.	Матрична клавіатура	10 шт.
55.	RFID-модуль	10 шт.
56.	Датчик-детектор газу	10 шт.
57.	Набір платформа+двигуни+шасі для конструювання робота	10 шт.
58.	Драйвер для двигуна	10 шт.
59.	Arduino-плата розширення	10 шт.
60.	Датчик лінії	10 шт.
<i>Матеріали</i>		
1.	Склотекстоліт	1 м <sup>2</sup>
2.	Текстоліт	0, 5 м <sup>2</sup>
3.	Папір міліметровий	набори
4.	Листовий алюміній	2 м <sup>2</sup>
5.	Припій	0, 5кг
6.	Дріт мідний різного діаметру	в асортименті
7.	Дріт сталевий 0, 5-3мм	5 м



8.	Стрічка ізоляційна	в асортименті
9.	Наждачний папір	в асортименті
10.	Фанера (1-5 мм)	в асортименті
11.	Розчинники	в асортименті
12.	Хлорне залізо	в асортименті
13.	Шурупи різного діаметру	0, 5 кг
14.	Піч сушильна	1
15.	Метизи дрібні (гвинт, шайба, гайка)	0, 5 кг
16.	Фарба	1л
17.	Епоксидний клей	5 наборів
18.	Лакотканина	1 м <sup>2</sup>
19.	Клей ПВА 250 г	3пл.
20.	Калька	2 рулони
21.	Каси резисторів, ряд E24	5 наборів
22.	Каси конденсаторів ряд E24	5 наборів
23.	Конденсатори електролітичні різних номіналів	в асортименті
24.	Діоди, транзистори, семистори, динистори, світлодіоди.	в асортименті
25.	Мікросхеми інтегральні та цифрові	в асортименті
26.	Капсулі мікрофонні та телефонні	в асортименті
27.	Пластмаса для 3D-принтера	5 катушок
<i>Контрольно-вимірювальні прилади</i>		
1	Осцилограф	2
2	Тестери, вольтметри, амперметри	6
3	Блоки живлення з різними напругами	4
4	Частотоміри	2
5	Автотрансформатори	2
6	Міст резистивний	1
7	Генератор низькочастотний	2
8	Генератор високочастотний	2
<i>Додаткове обладнання</i>		
1	Проектор	1
2	Ноутбук	2
2	Планшет	1

## ЛІТЕРАТУРА

1. Григоруk В., Коротков П. Сучасний термінологічний словник з оптоелектроніки. 2270 термінів. К.: Либідь, 2011. – 400 с.
2. Верховцев О.Г., Лютов К.П. Практическиесоветымастеру-любителю: Электроника. Электротехника. Материалы и их применение.-3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Энергоатомиздат, 1991. – 272 с.: ил.

3. Грачов А., Лега Ю., Мельник А., Панов Л. Конструювання електронно-обчислювальної апаратури. – К.: Кондор, 2005. – 384 с.
4. Виноградов В. Уроки телемастера. Учебно-справочное пособие. - СПб.: «Люкси», «Эгос», 1996. - 352 с.: ил.
5. Галкин В.И. Начинающему радиолюбителю.- 3-е изд., перераб. и доп.- Мн.: Плымя, 1995. – 412 с., ил.
6. Данько В., Болюх М. Основы електроніки та мікропроцесорної техніки. К.: Освіта України, 2011. – 260 с.
7. Гуржій А.М., Поворознюк Н.І. Електричні і радіотехнічні вимірювання. - К.: «Навчальна книга», 2002. – 287 с.: іл.
8. Димитрова М.И., Пунджев В.П. 33 схемы на триггерах: Пер. с болг. - Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 96 с.: ил.
9. Малогабаритные трансформаторы и дроссели: Справочник /И.Н.Сидоров, В.В.Мукосеев, А.А.Христинин. - М.: Радио и связь, 1985. – 416 с., ил.
10. Мосягин В. Юному радиолюбителю для прочтения с паяльником. - М.: Солон, 2003. – 208 с.
11. Попов Ю.П., Шовкошитний І.І. Основы электротехники, радио- та мікроелектроніки.- Львів: «Оріяна-Нова», 2001. – 167 с.
12. Радиолюбительский High-End. - К.: «Радиоаматор», 2002. – 120 с.
13. Сисоев В.М. Основы радиоелектроніки.- К.: Техніка, 2001. – 224 с.
14. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / А.А.Бокуняев, Н.М.Борисов, Р.Г.Варламов и др.; Под ред. Н.И.Чистякова. - М.: Радио и связь, 1990. – 624 с.: ил.
15. Фломберг Э.М. Конструкции на элементах цифровой техники. - М.: Радио и связь, 1991.
16. Халоян А.А. Эквалайзеры. Эффекты объемного звучания. Любительские схемы.- М.: Радиософт, 2001.
17. Шаповаленко О.Г., Бондар В.М. Основы електричних вимірювань: Підручник. - К.: Либідь, 2002. - 320 с.
18. Шустов М.А. 450 полезных схем радиолюбителям. - М.: Альтекс.
19. ЩО TAKE ARDUINO? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://diylab.com.ua/a186813-scho-take-arduino.html>.
20. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.: ил. – (Электроника).
21. Ревич Ю.В. Занимательная электроника. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 576 с.: ил.
22. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Додэка-XXI, 2007. – 360 с.: ил. (Серия «Программируемые системы»)

23. Сташук В. Теорія і комп'ютерне моделювання радіоелектронних кіл. К.: Видавництво Університет "Україна", 2011. – 380 с.
24. Основи робототехніки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://1.kopiyka.club/katalog-statej/osnovi-robototehniki-70.html>.
25. Доступная 3D-печать для науки, образования и устойчивого развития (Э. Кэнесс, К. Фонда, М. Дзеннаро) 2013 г.
26. 3D-печать с нуля (Дмитрий Горьков), 2015 г.
27. Текстурирование трехмерных объектов. Авторы: Билл Флеминг. Издательство: ДМК, 2004 г.
28. Рогоза Ю. А., Мясоедова Т. М. 3D-моделирование в САПР AutoCAD: учебное пособие., - Издательство ОмГТУ, 2017 год. - 112 с.
29. Выполнение планов зданий в среде AutoCAD: учебное пособие. Максименко Л. А., Утина Г. М. – НГТУ, 2012 г. - 78 с.
30. Инженерная и компьютерная графика : лабораторный практикум. – СКФУ, 2016 г. - 165 с.