

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 № 87/01-2

**Навчальна програма з позашкільної освіти
науково-технічного напрямку
"Радіоелектронне конструювання"**

2 роки навчання

м. Тернопіль-2022

Автор:

Стеценко Віктор Олександрович — керівник гуртка "Радіоелектронного конструювання" 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

Технічна творчість сприяє розкриттю і розвитку творчих здібностей учнів, ініціативи, самостійності та самовизначенню у житті, допомагає обрати майбутню професію, формує основи трудової підготовки, концентрує необхідні якості у вирішенні проблем. Займаючись технічною творчістю молода людина свідомо підходить до питання освіти, як необхідної умови в досягненні своїх мрій і прагнень. Крім того відбувається формування організаторських рис, оскільки заняття технічною творчістю вимагає високої самоорганізованості, цілеспрямованості, вольових зусиль.

Навчаючись у гуртку радіоелектронного конструювання гуртківці мають можливість не тільки перевірити теоретичні знання практично, але й широко їх застосовувати при побудові, налагодженні, усуненні недоліків різноманітних радіоелектронних пристроїв. Відбувається еволюція (становлення) від теоретичного пізнання, практичного підтвердження, повторення напрацьованих пристроїв до здатності самостійного створення конструкцій.

Програма гуртка радіоелектронного конструювання складена на основі програми рекомендованої МОН України у збірнику програм позашкільної освіти (Київ-2014, випуск 2). У даній програмі внесено зміни у тематичному плані другого року навчання з 216 год. до 180 год.

Програма розрахована на роботу з учнями 5-8 класів. Програма передбачає навчання дітей в групах основного рівня протягом 2 років.

На опрацювання навчального матеріалу відводиться така кількість годин: основний рівень — 1-й рік — 144 год. основний рівень — 2-й рік — 180 год

(відповідно 4 та 5 год. на тиждень).

Кількісний склад навчальної групи — 12-15 учнів.

Зміст програми гуртка радіоелектронного конструювання спрямований на реалізацію педагогічних ідей і принципів гуманізації навчання, здійснення цілісного підходу до навчання і виховання у відповідності до вікових, психологічних, індивідуальних особливостей гуртківців.

Мета програми полягає в формуванні компетентностей особистості в процесі радіоелектронного конструювання: пізнавальної (теоретичні знання), практичної (формування умінь і навичок), творчої (активність мислення, просторова уява, художній і технічний смак), соціальної (адаптація, конструктивна і організаторська позиція в творчому середовищі).

Для якісного засвоєння програми передбачається поєднання теоретичного матеріалу з практичною роботою, зокрема і використання практичних фрагментів в теоретичній частині.

Критеріями оцінки результатів навчання є результативні виступи на змаганнях, активна участь в конкурсах технічної творчості, наявність успішно виконаних завдань у вигляді працюючих і завершених конструкцій.

Основний рівень, перший рік навчання

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		усього	теоретичні	практичні
1.	Вступне заняття	2	2	-
2.	Матеріали в радіоелектроніці	6	1	5
3.	Правила монтажних робіт	12	3	9
4.	Електротехніка. Основні поняття і закони електричних кіл постійного струму	16	8	8
5.	Постійне магнітне поле	4	2	2
6.	Змінний електричний струм та змінне магнітне поле, елементи і пристрої з їх використанням	16	6	10
7.	Напівпровідникові прилади	22	12	10
8.	Вимірювання в радіоелектроніці	12	5	7
9.	Джерела живлення радіоелектронних пристроїв	10	6	4
10.	Практичне радіоконструювання	42	10	32
11.	Підсумкове заняття	2	2	-
Разом		144	57	87

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступне заняття (2 год.)

Ознайомлення з роботою гуртка. Організаційні питання. Індивідуальний інструмент та канцелярське приладдя. Правила поведінки в закладі та лабораторії, техніка безпеки та протипожежні заходи.

2. Матеріали в радіоелектроніці (6 год.)

Теоретична частина. Будова речовин. Провідники, діелектрики, напівпровідники, їхні властивості, застосування. Листові матеріали.

Практична частина. Робота з листовими матеріалами: розмітка, способи порізки, особливості свердління, виконання вирізів, з'єднання. Виготовлення макетних плат – розмітка та свердління.

3. Правила монтажних робіт (12 год.)

Теоретична частина. Паяння, як один із способів з'єднання. Вибір паяльника, підготовка до використання. Техніка безпеки. Припої та флюси. Вибір оптимальної температури та правила пайки.

Практична частина. Набуття навичок паяння – зачистка, залудження, вигинання виводів, демонтаж електронних компонентів. Зачистка, залудження, встановлення монтажних елементів (провідників, стійок) на макетні плати.

Набуття навичок паяння – встановлення (пайка) електронних компонентів з використанням промислових та макетних плат.

Провідники в радіоелектроніці, види (монтажні, обмоточні, екрановані), властивості, вибір. Робота з проводами – зняття ізоляції, зачистка, залудження, з'єднання, об'єднання в джгути.

4. Електротехніка. Основні поняття і закони електричних кіл постійного струму (16 год.)

Теоретична частина. Електричний струм, джерело електричної енергії, навантаження, коло. Умови виникнення електричного струму, позитивний напрямок, види (постійний, змінний, пульсуючий, імпульсний), одиниці виміру, вимірювання. Електричні схеми та умовні позначення.

Практична частина. Складання простих електричних кіл та креслення їх схем. Потенціал, електрична напруга як алгебраїчна різниця потенціалів, одиниці виміру та вимірювання. Поняття про електричний опір. Ідеальне та реальне джерело напруги, об'єднання джерел напруги в батареї.

Визначення потенціалу, різниці потенціалів в електричних схемах та при об'єднанні джерел напруги, оформлення результатів.

Одиниці виміру електричного опору, номінал. Резистори, їх види, надписи та кольорові позначення номіналу (кільця) [Таблиця].

Визначення номіналів резисторів за надписами та кольоровими позначеннями, перевірка приладом, оформлення результатів.

Закон Ома для ділянки та повного кола. Основні вирази, одиниці обчислення.

Перевірка закону Ома, оформлення результатів.

Поняття про паралельне з'єднання, основні властивості. I закон Кірхгофа, паралельне з'єднання резисторів, їх розрахунок. Приклади застосування паралельного з'єднання в електричних мережах та електронних пристроях. Перевірка I закону Кірхгофа з використання макетних плат, оформлення результатів.

Поняття про послідовне з'єднання, основні властивості. II закон Кірхгофа, послідовне з'єднання резисторів, їх розрахунок. Приклади застосування послідовного з'єднання. Перевірка II закону Кірхгофа з використання макетних плат, оформлення результатів.

Змішане з'єднання елементів. Порядок розрахунку змішаного з'єднання резисторів. Складання схеми змішаного з'єднання резисторів, її розрахунок та перевірка за допомогою приладів.

5. Постійне магнітне поле (4 год.)

Теоретична частина. Поняття про магнітне поле, постійні магніти, полюси, силові лінії. Електромагнетизм. Поділ речовин на діа-, пара- та феромагнетики, їх використання в радіоелектроніці. Геркони. Електромагнітні реле, використання, основні параметри.

Практична частина. Складання схеми з використанням постійного магніта, геркона та електромагнітного реле.

6. Змінний електричний струм та змінне магнітне поле, елементи і пристрої з їх використанням (16 год.)

Теоретична частина. Змінний електричний струм, його властивості, параметри. Змінне магнітне поле, електромагнітна та самоіндукція. Взаємодія магнітних полів, зв'язок електричного та магнітного полів. Гучномовці, телефони, електромагнітні мікрофони, мікродвигуни.

Практична частина. Ознайомлення з осцилографом, органами керування, порядком вимірювання.

Індуктивність, одиниці. Котушки індуктивності, дроселі, конструкція. Котушка як реактивний елемент, індуктивний опір.

Виготовлення котушок для практичної схеми приймача. Електрична ємність. Конденсатори, їх види, параметри, маркування, одиниці виміру та співвідношення між ними. Конденсатори в колах постійного та змінного струму. Ємнісний опір. Визначення ємностей конденсаторів за умовними позначеннями (надписами), перевірка приладом. Повний опір кіл з котушками та конденсаторами. Визначення ємнісного та індуктивного опору за розрахунками та практично.

Резонансні явища, умови виникнення. Послідовний та паралельний резонанс. Визначення резонансної частоти смуги пропускання, добротності. Виготовлення коливальних контурів для практичних конструкцій. Дослідження коливального контура.

7. Напівпровідникові прилади (22 год.)

Теоретична частина. "Чисті" напівпровідники, донорні та акцепторні домішки, напівпровідники "р" та "n" типу. Утворення та властивості р-n переходу.

Практична частина. Дослідження р-n переходів Ge та Si напівпровідників, оформлення результатів.

Діоди, призначення, конструкція, види, маркування. Приклади застосування, параметри. Практична робота. Діагностика напівпровідникових діодів: визначення полярності, якості, робота з діагностичними пристроями.

Транзистор, принцип дії, устрій. Основні схеми включення та параметри.

Дослідження транзистора: визначення струмів колектора, емітера, бази, напруги між електродами, коефіцієнта підсилення, вхідного та вихідного опору, оформлення результатів.

Динистори, тиристори, симистори. Принцип дії, призначення, параметри.

Перевірка працездатності динисторів, тиристорів та симисторів.

Спеціальні діоди - стабілітрони. Режим регульованого пробую, приклади застосування в якості опорної напруги, джерела шуму, змінного конденсатора.

Основні параметри.

Дослідження параметрів стабілітрона, оформлення результатів. Польові транзистори. Принцип дії, умовні позначення, основні параметри, приклади застосування.

Дослідження основних параметрів польових транзисторів.

Світлодіоди, принцип дії, основні параметри, види, призначення. Приклади застосування.

Дослідження та порівняння світлодіодів, вибір оптимального режиму, безпечні умови використання. Напівпровідникові фотоселементи, принцип дії, параметри, застосування. Способи дослідження.

8. Вимірювання в радіоелектроніці (12 год.)

Теоретична частина. Діагностика напівпровідникових діодів: визначення полярності, якості, робота з діагностичними пристроями.

Транзистор, принцип дії, устрій. Основні схеми включення та параметри.

Стрілочні прилади, принцип дії, струм повного відхилення, внутрішній опір. Додатковий опір, шунт. Комбіновані прилади, ціна поділки, вхідний опір.

Практична частина. Визначення струму повного відхилення та внутрішнього опору стрілочних індикаторів, ціни поділки та показань комбінованого приладу (тестера).

Розрахунок та підбір шунта для стрілочного індикатора. Підбір додаткового опору, градування. Принцип роботи електричного моста, умова балансу, основні розрахунки. Складання моделі вимірювального моста з використанням звукового генератора та звукового індикатора. Градування, оформлення результатів. Принцип роботи цифрових приладів – частотоміра, вольтметра, вимірювачів ємності та індуктивності.

9. Джерела живлення радіоелектронних пристроїв (10 год.)

Теоретична частина. Трансформатори, принцип дії, основні параметри та розрахунки. Конструкція, особливості виготовлення, вибір для використання.

Практична частина. Дослідження трансформаторів для використання в блоках живлення. Визначення кількості витків на вольт, внутрішнього опору, потужності. Можливість модернізації під потреби. Випрямлячі, основні схеми, вибір елементів. Складання та дослідження мостової схеми випрямляча.

Стабілізатори постійної напруги, регулювання вихідної напруги, схеми захисту.

10. Практичне конструювання (42 год.)

Теоретична частина. Загальні відомості про друковані плати. Контактна площадка, доріжка, базовий та установчий розмір, масштаб, відстань між елементами. Приклади виконання пристроїв на друкованих платах.

Паперова розробка друкованої плати, розмітка, перенесення малюнка з паперової розробки на фольгу, травлення, свердління, залудження, установка елементів. Інструменти і матеріали.

Практична частина. Виготовлення друкованої плати світлового сигналізатора, підготовка елементів, формування виводів, складання пристрою. Розробка та виготовлення схеми звукового сигналізатора.

Розробка та виготовлення схем: фотореле (2 год.), підсилювача звуку, блока живлення, КХ радіоприймача спостерігача, УКХ радіоприймача.

Оформлення пристроїв в корпусах, оформлення лицьової панелі, розташування вимикачів, індикаторів, регуляторів, кріплення.

11. Підсумкове заняття (2 год.)

Відзначення кращих гуртківців, завдання на літо (перелік майбутніх розробок, накопичення інформації по ним), техніка безпеки під час відпочинку, організаційні питання.

Прогнозований результат

Гуртківці мають знати:

- заходи безпеки при виконанні робіт
- закони Ома, Кірхгофа, висновки з них
- будову та принцип дії електронних компонентів
- роботу типових електронних пристроїв, їх об'єднання за призначенням.

Гуртківці мають уміти:

- розробляти і виготовляти друковані плати своїх конструкцій
- виконувати монтажні та механічні роботи
- користуватися вимірювальними приладами.

Основний рівень, другий рік навчання

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема	Кількість годин		
		усього	теоретичні	практичні
1.	Вступне заняття	3	2	1
2.	Основи цифрової техніки	21	11	10
3.	Пристрої для перевірки і налагодження радіоелектронних конструкцій	29	8	21
4.	Підсилювачі електричних сигналів	32	10	22
5.	Радіоприймачі	37	11	26
6.	Практичне радіоелектронне конструювання	55	16	39
7.	Підсумкове заняття	3	3	-
Разом		180	61	119

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступне заняття (3 год.)

Ознайомлення з програмою гуртка та завданнями на навчальний рік. Правила поведінки в закладі та лабораторії. Безпека праці при проведенні електромонтажних та механічних робіт, гігієна праці. Заходи протипожежної безпеки.

Практична частина. Перша допомога та послідовність дій при травмах,

опіках, отруєнні хімічними речовинами, ураженні електричним струмом.

2. Основи цифрової техніки (21 год.)

Теоретична частина. Системи числення. Двійкова система числення, логічні функції, властивості та співвідношення (2 год.)

Практична частина. Представлення чисел в різних системах числення, мінімізація логічних операцій.

Імпульсні сигнали і їх основні параметри. Логічні елементи, їх основні характеристики. Рекомендовані логічні елементи для використання. Пристрої на логічних елементах. Складання принципових схем на логічних елементах, елементарні розрахунки, вибір елементів. Тригери, загальне визначення. RS тригер. Складання та дослідження RS тригера на логічних елементах.

D – тригер. Призначення, принцип дії і структура, позначення і кількість виводів. Приклади використання.

Підключення та дослідження роботи D – тригера на прикладі мікросхем K155 TM2 та K561 TM2.

Лічильники, регістри, дешифратори. Призначення. Принцип дії. Приклади використання.

Складання принципових схем пристроїв з використанням цифрових мікросхем.

3. Пристрої для перевірки і налагодження радіоелектронних конструкцій (29 год.)

Теоретична частина. Пробники для перевірки електричних кіл, наявності постійної та змінної напруги.

Практична частина. Схема пробника для перевірки монтажних з'єднань, розробка плати та конструкції.

Пробники для перевірки наявності електромагнітного випромінювання.

Пробники для перевірки транзисторів та діодів. Схема пробника для перевірки транзисторів та діодів, розробка плати, конструкції, оформлення пристрою та

набуття навиків роботи з ним.

Генераторні пристрої: низько-, височастотні, імпульсні, комбіновані.

Генератори для підсилювачів звуку та радіоприймачів.

Схема генератора для трактів звукової частоти. Розробка плати, конструкції.

Схема генератора для перевірки тракту ПЧ(проміжної частоти) приймачів з амплітудною та однополосною модуляцією.

Діагностика цифрових схем, пробники, пристрої, прилади. Виготовлення пробника логічних рівнів, розробка схеми, плати, конструкції. Випробування та набуття навиків.

4. Підсилювачі електричних сигналів (32 год.)

Теоретична частина. Загальні відомості про підсилювачі, призначення, види, основні параметри. Підсилювачі на біполярних транзисторах, температурна стабілізація. Схеми включення: загальні емітер, база, колектор. Попередні підсилювачі, регулювання гучності і тембру.

Практична частина. Розробка і складання схеми попереднього підсилювача звуку.

Проміжні та вихідні каскади підсилювачів(трансформаторні, з одно- та двополярним живленням). Схеми захисту. Зворотні зв'язки в підсилювачах.

Розробка, складання, налагодження підсилювача потужності на біполярних транзисторах. Резонансні і смугові підсилювачі, коефіцієнт стійкого підсилення, схеми узгодження.

Виготовлення котушок для КХ приймача спостерігача. Підсилювачі на польових транзисторах. Схеми з загальним стоком, витоком, вихідні каскади.

Практичні конструкції.

Інтегральні підсилювачі, особливості конструкції, практичні схеми. Складання повного підсилювача на біполярних транзисторах.

5. Радіоприймачі (37 год.)

Теоретична частина. Поняття про радіохвилі, передачу інформації по

радіо. Антени. Радіоприймач як складова системи. АМ модуляція та детектор.

Приймачі прямого підсилення: структурні схеми зворотній зв'язок переваги і недоліки, приклади схем.

Практична частина. Виготовлення діючої моделі приймача прямого підсилення. Перетворення частоти. Гетеродинний супергетеродинний прийом. Структурні схеми приймачів, особливості конструкції, переваги і недоліки.

Однополосні модуляція та детектування (SSB). Настроювання супергетеродинного приймача по каскадам, методичні поради.

Розробка, виготовлення та оформлення КХ супергетеродинного приймача спостерігача. Приймачі FM діапазону, види, конструкція, приклади практичних схем. Складання діючої моделі приймача FM діапазону.

6. Практичне радіоелектронне конструювання (55 год.)

Теоретична частина. Виготовлення, обробка, фарбування корпусів, нанесення надписів, особливості компоновки органів управління, індикаторів, роз'ємів, клем тощо. Складання принципових та монтажних за допомогою комп'ютерних технологій.

Практична частина. Виготовлення радіоелектронних пристроїв за індивідуальними планами гуртківців. Демонтаж вузлів та плат радіоелектронного обладнання, сортування елементів.

7. Підсумкове заняття (3 год.)

Відзначення кращих гуртківців. Перелік успішно виконаних завдань, завершених конструкцій. Аналіз недоліків, шляхи їх усунення. Завдання на літо, техніка безпеки під час відпочинку.

Прогнозований результат

Гуртківці мають знати:

- заходи і правила безпеки при роботі з інструментом та приладами
- принцип роботи цифрових схем, підсилювачів, радіоприймачів
- основні параметри радіоелектронних пристроїв.

Гуртківці мають уміти:

- розробляти друковані плати, збирати їх
- налагоджувати зібрані конструкції
- користуватися вимірювальною технікою
- оформляти конструкції як завершений виріб

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№ з/п	Основне обладнання	Кількість
<i>Верстати</i>		
1.	Свердильний	1 шт.
2.	Токарний	1 шт.
3	Слюсарний	1 шт.
4	Набори «Умілі руки»	1 шт.
5	Заточний	1 шт.
6	Витяжна шафа	2шт.
<i>Прилади, пристосування, інструменти та приладдя</i>		
1.	Електропаяльник	10 шт.

2.	Тиски	2 шт.
3.	Лобзик електромеханічний	1 шт.
4.	Ніж	5 шт.
5.	Ножиці по металу	2 шт.
6.	Лобзик	5 шт.
7.	Струбцина	5 шт.
8.	Шило	5 шт.
9.	Ножівка по металу	5 шт.
10.	Плоскогубці	5 шт.
11.	Круглогубці	1 шт.
12.	Кусачки	5 шт.
13.	Напилки	10 шт.
14.	Пінцет	5 шт.
15.	Набір надфілів	2 набори
16.	Набір свердел	5 наборів
17.	Молоток (0,2 кг)	5 шт.
18.	Набір викруток	3 шт.
19.	Різьбонарізний набір	3 шт.
20.	Ручні тиски	3 шт.
21.	Човник для намотування дроту	3 шт.

22.	Штангельциркуль	2 шт.
23.	Мікрометр	1 шт.
24.	Металева щітка	1 шт.
25.	Зубило	1 шт.
26.	Стамеска	1 шт.
27.	Набір ключів для гайок	2 набори
28.	Лінійка	5 шт.
29.	Косинець	2 шт.
30.	Циркуль	5 шт.
31.	Лекала	2 шт.
32.	Підставки для паяльників	10 шт.
33.	Олівці	15 шт.
34.	Фламастери	15 шт.
<i>Матеріали</i>		
1.	Склотекстоліт	1 м ²
2.	Текстоліт	0,5 м ²
3.	Папір міліметровий	набори
4.	Листовий алюміній	2 м ²
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 ²
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, семистри, динистори, світлод.	в асортименті
25.	Мікросеми інтегральні та цифрові	в асортименті
26.	Капсули мікрофонні та телефонні	в асортименті

<i>Контрольно-вимірювальні прилади</i>		
1	Осцилограф	2
2	Тестери, вольтметри, амперметри	6
3	Блоки живлення з різними напругами	4
4	Частотометри	2
5	Автотрансформатори	2
6	Міст резистивний	1
7	Генератор низькочастотний	2
8	Генератор високочастотний	2
<i>Додаткове обладнання</i>		
1	Діапроектор	1
2	Магнітофон	2
2	Телевізор	1

ЛІТЕРАТУРА

1. Гуржій А.М., Поворознюк Н.І. «Електричні і радіотехнічні вимірювання.» К., «Навчальна книга», 2002.
2. Скрыбінський В.С. «Радіоелектроніка для юних.» К., «Веселка», 1985.
3. Стародуб Д.О. «Поради радіолюбителя.» К., «Техніка», 1972.
4. Гайдучок Г.М., Р.З. Ткачук «Юному радіоаматору» К., 1980.

5. Лист МОН України "Методичні рекомендації щодо змісту та оформлення навчальних програм з позашкільної освіти" від 05.06.2013 р. № 14.1/10-1685.
6. Лист МОН України "Щодо використання у 2015/2016 навчальному році навчальних програм з позашкільної освіти" від 21.10.2015 р. № 1/9-501.
7. Навчальні програми з позашкільної освіти науково-технічного напрямку /за ред. Биковського Т.В., Шкури Г.А. – К: УДЦПО, 2014. – випуск 2.
8. Навчальні програми з позашкільної освіти науково – технічного напрямку МОН України Київ "Грамота" 2007р.