

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій  
(повне найменування інституту, назва факультету)  
Інформаційні технічні електронні засоби  
(повна назва кафедри)

## Пояснювальна записка

до магістерської роботи

Магістр  
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Зробити навчального курсу робототехніки для школярів

Виконав: студент VI курсу, групи PT-513  
спеціальності (спеціалізації)

172 Телекомунікації та PT, інтел. техн. мікр. PET  
(код і назва спеціалізації, спеціальності)

Ткаченко С.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник Рущманова Н.І.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Сармадуров М.П.  
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя  
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет  
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет ІІРЕ, ФРЕТ  
 Кафедра ІТЕЗ  
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр  
 Спеціальність Інженерські технології міжсистемної РСТ  
 (код і назва)  
 Спеціалізації ІТ2 Телекомунікації та РТ  
 (код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІТЕЗ  
Шило Г.М., к.т.н. доц.  
 " " " 20 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ткаченко Станіслав Алевович  
 (прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка навчального курсу робототехніки для школярів

керівник проекту (роботи) Фурманова Н.І., к.т.н. доц.  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "07" листопада 2018 року №338

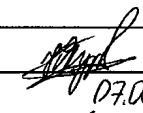
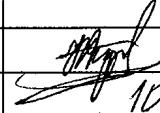
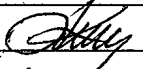
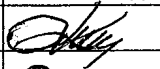
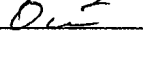
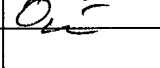
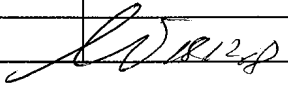
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 13.12.18

3. Вихідні дані до проекту (роботи) засоби конструювання та програмування, LEGO WeDo 2.0, LEGOEV3 education, Arduino

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Визначити напрямки робототехнічної освіти, системи робототехнічної освіти для школярів, реалізація проекту за допомогою робототехнічних освітніх комплектів, економічне обґрунтування розрахунків для навчання робототехнічної освіти, організація праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
і Структурна схема уряду по WeDo 2.0, Структурна схема уряду по EV3, Структурна схема уряду по Arduino, історія роботи і освіти

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	Рурманова Н.І. доц. кафед. ІТЕЗ	 07.09.18	 10.12.18
4	Коробко О.В. ст. вимп. кафед. ОПіК		
5	Останенко В.В. доц. кафед. ЕТІТ		
НКДР	Юсупов С.С. ст. вимп. кафед. ІТЕЗ		

7. Дата видачі завдання 07.09.18

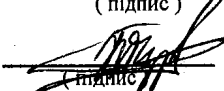
## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури з історії та сутності робототехніки	10.09 - 17.09	
2	Аналіз сучасних засобів робототехнічної конструювання та програмування	17.09 - 01.10	
3	Обґрунтування вибору робототехнічних засобів	01.10 - 15.10	
4	Зробити навчального курсу з LEGO WeDo 2.0	15.10 - 29.10	
5	Зробити навчального курсу з LEGO EV3	29.10 - 05.11	
6	Зробити навчального курсу з Arduino	05.11 - 19.11	
7	Оформлення пояснювальної записки	19.11 - 10.12	

Студент

  
(підпис)Юсупов С.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)Рурманова Н.І.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 119 сторінок, 44 рисунків, 10 таблиць, 30 джерел.

Об'єкт досліджень: розробка навчального курсу з робототехніки для школярів, який побудований таким чином, щоб засвоєння знань, умінь і навичок відбувалося у формі ігрової, проектної та дослідницької діяльності.

У першому розділі розглядаються сучасні напрямлення в робототехніки у Світі та України, проаналізовано освітню робототехніку як вид інноваційної професійної освіти, також проведено огляд на вже існуючі розробки освітньої робототехніки для школярів, постановка задач дипломного проекту.

У другому розділі проводиться розробка системи робототехнічної освіти для школярів, формування пізнавального інтересу у молодших школярів за допомогою леґо-конструювання, комп'ютерні інформаційні технології в робототехніці, формування логічного мислення за допомогою занять по робототехніки для середніх та старших школярів.

У третьому розділі виконується реалізація проектів за допомогою робототехнічних освітніх комплектів, таких як LEGO WeDo 2.0 Education, LEGO MINDSTORMS EV3 Education, Arduino, для школярів.

Четвертий розділ містить економічне обґрунтування розрахунків для комплексу робототехнічної освіти.

У п'ятому розділі розглядаються питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**РОБОТОТЕХНІКА, КОНСТРУЮВАННЯ, ПРОГРАММУВАННЯ, LEGO, ARDUINO, РОБОТОТЕХНІЧНІ ОСВІТНІ КОМПЛЕКСИ**

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 ОГЛЯД НАПРЯМКІВ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ .....	10
1.1 Освітня робототехніка як вид інноваційної професійної освіти.....	10
1.2 Існуючі напрямки робототехніки в Україні та світі .....	14
1.3 Освітні платформи робототехніки в Україні .....	17
1.4 Потенційний напрямок освітньої робототехніки .....	18
1.4.1 TETRIX MAX.....	20
1.4.2 LEGO .....	21
1.4.3 TRIK .....	23
1.4.4 VEX .....	24
1.4.5 FISHERTECHIK .....	25
1.4.6 HUMA MRT.....	26
1.4.7 Технолаб .....	27
1.4.8 Bioloid.....	27
1.4.9 Arduino .....	28
1.5 Постановка завдання.....	31
2 СИСТЕМА РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ШКОЛЯРІВ .....	36
2.1 Робототехнічна освіта для молодших школярів .....	36
2.1.1 Формування пізнавального інтересу у молодших школярів за допомогою леґо-конструювання .....	36
2.1.2 Організація освіти леґо-конструювання та робототехніки .....	38
2.2 Середній школяр .....	41
2.2.1 Леґо-конструювання, яке будується на інтегрованих принципах .....	41
2.2.2 Вікове формування компетенцій у школяра .....	42
2.3 Старший школяр .....	45
2.3.1 Міждисциплінарний напрямок навчання школярів робототехніки .....	45
2.3.2 Комп'ютерні інформаційні технології в робототехніці, формування логічного мислення за допомогою занять по робототехніки .....	48
3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ОСВІТНІХ КОМПЛЕКТІВ .....	53

3.1 Робототехнічний освітній комплект WeDo для молодших школярів .....	53
3.2. Робототехнічний освітній комплект WeDo 2.0 для середніх школярів ...	62
3.3 Робототехнічний освітній комплект LEGO® MINDSTORMS® EV3 для середніх і старших школярів .....	70
3.4 Робототехнічний освітній електронний конструктор Arduino для старших школярів .....	80
4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКІВ .....	89
ДЛЯ КОМПЛЕКСУ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ .....	89
4.1 Планування розрахунків проекту .....	89
4.2 Визначення витрат на розробку проекту .....	92
4.2.1 Розрахунок основної заробітної плати .....	92
4.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати .....	93
4.2.3 Відрахування на соціальне страхування та інші фонди .....	93
4.2.4 Визначення затрат на матеріали .....	93
4.2.5 Витрати на спеціальне обладнання .....	94
4.2.6 Інші прямі витрати .....	97
4.2.7 Розрахунок накладних витрат .....	98
4.3 Розрахунок економічної ефективності моделі .....	100
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	102
5.1 Аналіз потенційних небезпек .....	102
5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки .....	103
5.3 Заходи з промислової санітарії та гігієни праці .....	105
5.4 Розрахунок штучного освітлення .....	107
5.5 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки .....	110
5.6 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях .....	112
ВИСНОВКИ .....	115
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	116

## ВСТУП

Робототехніка - прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем і є найважливішою технічною основою інновацій у виробництві.

Як ніколи зріс попит на інженерні кадри, які здатні проектувати, створювати, управляти і модернізувати високотехнологічні і робототехнічні пристрої. Відповідно, розроблена освітня схема розвитку особистості в інженерно-технічному напрямі. Гілка розвитку йде з дошкільного віку і аж до закінчення вищого навчального закладу. В основі цієї гілки стоять два напрямки: предметне, інтегроване сучасне освітнє середовище і освітня робототехніка.

Освітня робототехніка - це напрямок, в якому здійснюється сучасний підхід до впровадження елементів технічної творчості в навчальний процес через об'єднання конструювання і програмування в одному курсі. Інтеграція інформатики, математики, фізики, креслення, природничих наук з розвитком інженерного мислення - потужний інструмент синтезу, що закладає міцні основи системного мислення.

Заклавши в ранньому періоді розвитку дитини основи природничо-наукового та інженерно-технічного мислення, ми відкриваємо шлях до становлення особистості з природно-науковим світоглядом, розвиненим просторовим мисленням, аналітичним складом розуму, інформаційної та інженерно-конструкторської компетенцією.

Розроблений навчальний курс робототехніки для дітей шкільного віку побудований таким чином, щоб засвоєння знань, умінь і навичок відбувалося у формі ігрової, проектної, дослідницької діяльності.

Аналіз сучасного навчального процесу школярів показує, що дитина, яка займається конструюванням і робототехнікою, стає успішною у своїй професії і житті. Чому це відбувається? Справа в тому, що освітня робототехніка здатна швидко залучити дитину в практичну діяльність, забезпечивши чотири

важливих запити: наочність, швидке отримання результату, комунікацію і конструктивну взаємодію зі старшими ровесниками.

Розглядаючи цю проблему, мною досліджено як можна організувати навчальний процес сучасних дітей наочним і швидким. За основу взята розгалужена система наборів LEGO<sup>®</sup>. Маніпулюючи з елементами LEGO<sup>®</sup>, дитина вчиться добру, творчості, творенню. Дитина не споживає, віна творить: створює свої власні предмети, світ і життя. Перший етап навчання робототехніки - це ігровий варіант, де основою виступає конструктор LEGO<sup>®</sup> Education WeDo 2.0. Гра - одна з найчудовіших засобів виховання, пізнання світу і згуртування колективу, самопізнання, розвитку творчих здібностей і форма організації життя дітей дошкільного та шкільного віку.

При формуванні основних компетентностей школяра пропоную поступовий перехід від більш легких моделей до складніших конструкторських рішень. Шлях пізнання юними конструкторами і програмістами своїх творчих можливостей - це дослідницькі проекти, до яких залучаються старшокласники. Методи проектів, які застосовані з використанням робототехнічних конструкторів LEGO MINDSTORMS EV3 Education і Arduino, здатні значно активізувати пізнання учнів.

Методика навчання конструюванню, моделюванню та програмуванню розроблялася мною згідно діяльного підходу. Основу засвоєння становить чергування практичних, розумових дій самого школяра, з урахуванням особливостей конструктивно-ігрової діяльності дітей.

На останньому етапі, при використанні робототехнічного комплексу Arduino, старшому школяреві пропоную використовувати нестандартні завдання, науково-дослідні проекти, заохочуючи їх до самостійної діяльності відповідно до різних життєвих ситуацій.

Метою дослідження є створення єдиного освітнього робототехнічного комплексу, навчання і виховання школяра. Відповідь на питання: чи можна стати інженером ще в школі, допоможе вирішити, як на уроках робототехніки можна формувати творче мислення учнів.



Для досягнення поставленої мети і завдання в магістерській дипломній роботі були розглянуті наступні умови вирішення:

- 1) проаналізувати науково-методичну літературу з питань освітньої робототехніки як вид інноваційної професійної освіти, напрямків освітньої робототехніки;
- 2) розробка власного навчального курсу робототехніки для школярів;
- 3) розглянути різні робототехнічні технології із залучення школярів до конструкторської, інженерно-дослідницької діяльності;
- 4) проаналізувати принципи постановки перед дітьми проблемних життєвих ситуацій;
- 5) реалізувати проекти школярів за допомогою робототехнічних освітніх комплексів.

Предметом дослідження є навчальний процес на уроках робототехніки, і практична діяльність учнів з використанням освітніх робототехнічних конструкторів.

Об'єктом дослідження є стратегія навчання, де за допомогою прогресивних методик і технологій підтримується інтерес учня, розвиток інженерної, алгоритмічного мислення учня.

Новизна і теоретична значущість дослідження полягає в наступному:

- 1) розроблено навчальний курс робототехніки для школярів 1-11 класів;
- 2) запропоновано підходи до організації освітнього процесу по реалізації проектів, заснованих на вирішенні життєвих ситуацій;
- 3) запропоновано методику навчання конструюванню, моделюванню та програмуванню на основі єдиного освітнього робототехнічного комплексу;

Поряд з цим, дослідження має практичну значущість, яка виражається в тому, що розроблені ресурси можуть бути використані вчителями при навчанні робототехніці.

Апробація і впровадження результатів дослідження. Матеріали розробленого освітнього робототехнічного комплексу впроваджуються в процес навчання молодших школярів в Школі робототехніки та програмування LegoBrain.

# 1 ОГЛЯД НАПРЯМКІВ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

## 1.1 Освітня робототехніка як вид інноваційної професійної освіти

Сучасне покоління є свідком стрімкого розвитку науки і техніки. За останні триста років людство пройшло шлях від найпростіших парових машин до могутніх атомних електростанцій, опанувало надзвукові швидкості польоту, поставило собі на службу енергію річок, створило величезні океанські кораблі і гігантські землерийні машини, які замінять працю десятків тисяч землекопів.

Сучасний рівень розвитку робототехніки дозволяє ставити і вирішувати завдання створення нових пристроїв, які звільнили б людину від необхідності стежити за виробничим процесом і керувати ним, тобто замінили б собою оператора, диспетчера тощо.

В історії розвитку роботів виділяють чотири основні етапи.

Перший історичний етап руху людства по шляху створення роботів характеризується великою кількістю міфів і легенд про механічних істот, а також створенням перших досить досконалих для свого часу людиноподібних автоматів – андроїдів (рис.1.1), призначених головним чином для культових і видовищних цілей.

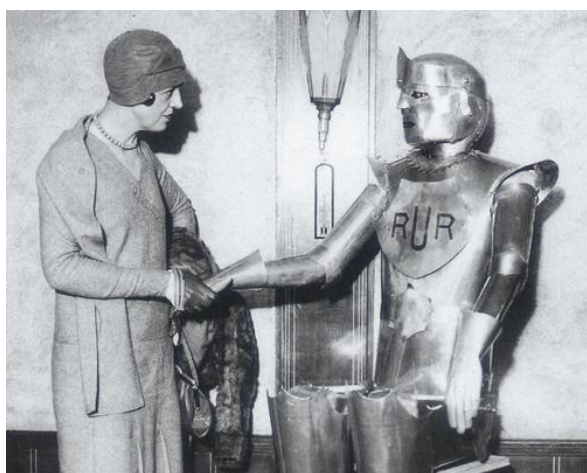


Рисунок 1.1 – Механічний робот - андроїд

Другий етап розвитку робототехніки характеризується, з одного боку, розквітом найвищого технічного мистецтва майстрів при створенні складних автоматичних пристроїв, що відтворюють функції тварин і людини; з іншого - початком розробки і впровадження в розвивається промислове виробництво досить ефективних технологічних пристроїв і верстатів-автоматів (рис.1.2). Одночасно в цей період починають формуватися відповідні наукові напрямки, заявляє про себе обчислювальна техніка.



Рисунок 1.2 – Верстат-автомат

Третій етап становлення робототехніки відзначений виникненням і загальним визнанням терміна "робот", розробкою і використанням для потреб людини прямих попередників сучасних роботів - дистанційних копіюють маніпуляторів і програмованих автоматичних пристроїв маніпуляційного типу (рис.1.3), а також стрімким розвитком наукових і прикладних основ обчислювальної техніки та кібернетики. Цей потужний науково-технічний заділ, слідує інтересам і потребам суспільного розвитку, вивів на старт сучасну робототехніку.



Рисунок 1.3 – Програмований автоматичний пристрій маніпуляційного типу

Четвертий історичний етап може бути названий в цілому етапом сучасної робототехніки. Він характеризується розробкою і створенням вже досить досконалих роботів, керованих в найбільш розвиненому вигляді від ЕОМ і мають прикладне призначення як в промисловому виробництві, так і в наукових дослідженнях; динамічним розвитком і широким використанням в суспільних процесах роботів; остаточним формуванням робототехніки в єдиний науково-технічний напрям.

Так що ж таке «освітня робототехніка»? Представники Міністерства освіти і науки України мають на увазі під робототехнікою особливий вид освітнього обладнання, яке дозволяє вести заняття з дітьми шкільного віку на цікавому і сучасному рівні.

Вищі навчальні заклади бачать робототехніку як окрему спеціальність, яка пов'язана з їх кафедрами і тими фахівцями, яких вони готують.

Освітня робототехніка повинна бути органічно вбудована в загальну, додаткову, професійну освіту. Для кожного віку учнів стоять різні завдання і вирішуються засобами освітньої робототехніки.

Для учнів центрів додаткової освіти, школярів і студентів, змагальна робототехніка є продовженням тих знань, які вони отримують в рамках основного навчання.

Робототехніка - універсальний інструмент для загальної освіти. Робототехніка ідеально вписується і в додаткову освіту, і у позаурочну діяльність, і в викладання предметів шкільної програми. Вона підходить для будь-якого віку - від дошкільнят до студентів.

А використання робототехнічного обладнання на уроках - це і навчання, і технічна творчість одночасно, що сприяє вихованню активних, захоплених своєю справою людей, що володіють інженерно-конструкторським мисленням.

Освітня робототехніка дає можливість на ранніх етапах виявити технічні нахили учнів і розвивати їх у цьому напрямку.

Таке розуміння робототехніки дозволяє вибудувати модель спадкоємного навчання для всіх вікових груп - від вихованців дитячого садка до студентів.

Подібна спадкоємність стає життєво необхідною в рамках вирішення завдань підготовки інженерних кадрів. Адже за даними педагогів і соціологів, дитина, яка не познайомився з основами конструкторської діяльності до 7-8 років - в більшості випадків не зв'яже свою майбутню професію з технікою. Однак, реалізація моделі технологічної освіти вимагає відповідних методик. І кожна з них повинна відповідати своєму віку.

Для дошкільнят - це пропедевтика, підготовка до школи. Це свого роду підготовчий курс до занять технічною творчістю в шкільному віці. Основа будь-якої творчості - дитяча безпосередність. Дорослі знають, як можна, як правильно. З такими установками немає творчості. Для нас важливо починати заняття в тому віці, в якому дитині ще не встигли пояснити, чому так не можна. Діти відчувають потребу творити набагато гостріше дорослих і важливо заохочувати цю потребу всіма силами. Психологам і педагогам давно відомо, що технічна творчість дітей покращує просторове мислення і дуже допомагає в подальшому при освоєнні геометрії і інженерної справи.

Робота в школі спрямована на формування зацікавленості школяра в дослідженні фізичних властивостей предметів, різноманітних явищ навколишнього світу, в отриманні технічної освіти.

Об'єднати теорію і практику можливо, якщо використовувати освітню робототехніку при вивченні різних предметів.

У початкових класах освітню робототехніку з успіхом можна застосовувати на уроках навколишнього світу, математики, технології, що, забезпечить істотний вплив на розвиток в учнів мови і пізнавальних процесів (сенсорний розвиток, розвиток мислення, уваги, пам'яті, уяви), а також емоційної сфери та творчих здібностей.

У середній і старшій школі учні не тільки і не стільки займаються робототехнікою, скільки використовують її, як якийсь інтерактивний елемент, за допомогою якого теоретичні знання легко закріплюються на практиці. Освітню робототехніку можна використовувати як на уроках математики, інформатики, фізики та технології, так і хімії, астрономії, біології, екології.

Переходячи на щабель професійної освіти, школяр завдяки освітній робототехніці, як правило, вже зробив свій професійний вибір. Вбудовування робототехніки в освітній процес закладів професійної освіти допомагає підлітку не просто розвивати в собі технічні нахили, на цьому етапі відбувається розуміння суті обраної професії. Робототехніка дозволяє реалізувати вже професійні знання через моделювання, конструювання та програмування.

## 1.2 Існуючі напрямки робототехніки в Україні та світі

Штучні помічники все активніше входять у наше не тільки виробниче, а й повсякденне життя. У всьому світі спостерігається значне підвищення уваги до робототехніці, в тому числі і до її освітнього і розвиваючого потенціалу.

Еволюція сучасного суспільства і виробництва зумовила виникнення і розвиток нового класу машин - роботів - і відповідного наукового напрямку -

робототехніки, як прикладної науки, що займається розробкою автоматизованих технічних систем.

За даними компанії KNN Systems, в Україні найчастіше роботи використовуються для автопромисловості, хімічної та електронної промисловості, для процесів різання і зварювання, фасування, пакування. Найбільш відомі підприємства, які застосовують роботизовані комплекси: Procter & Gamble, Henkel, Інфоком LTD.

Про рівень роботизації говорить співвідношення роботів до кількості персоналу, що обслуговує дану сферу (рис.1.4). Усереднений світовий показник становить 60 роботів на 10 000 чоловік, при цьому Лідером є Південна Корея - на 10 тис. осіб-робітників там доводиться 631 робот. Найбільше машин встановлено на підприємствах автомобільної та електротехнічної промисловості. Слідом за Південною Кореєю йде Сінгапур - на 10 тис. осіб на заводах встановлені 488 роботів. Близько 90% машин задіяні в електротехнічній промисловості.

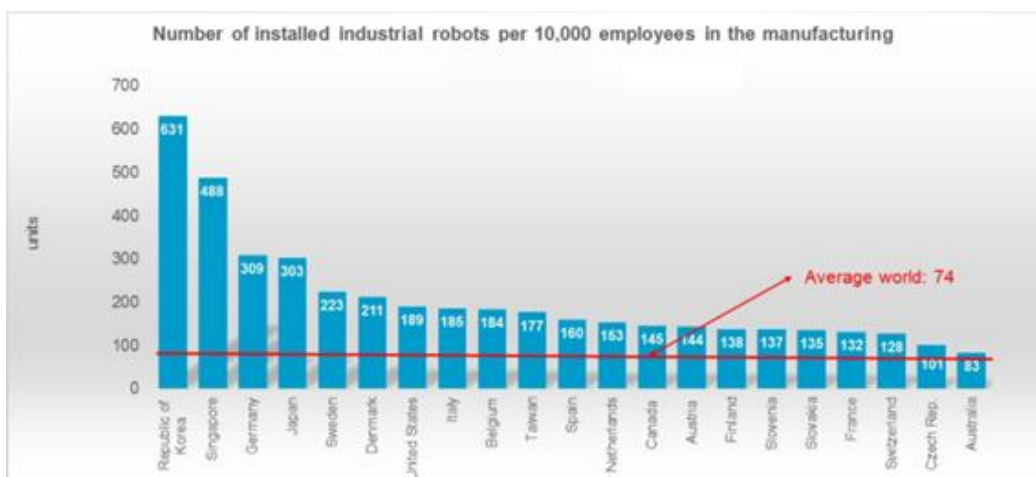


Рисунок 1.4 – Рівень роботизації у світі

Німеччина - найбільша автоматизована країна в Європі. У світі ж вона займає третє місце за кількістю промислових роботів. На 10 тис. чоловік на виробництві працюють 309 роботів. У багатьох інших європейських країнах на виробництві задіяне набагато більше роботів, ніж в середньому по світу. У

Швеції на заводах встановлені 223 машини, в Данії - 211, в Італії - 185, і Бельгії - 184.

Рівень роботизації виробництва в Сполучених Штатах - 189 роботів. Основними факторами зростання стали тенденція до автоматизації виробництва з метою зміцнення американських галузей на світовому ринку і політика "Зроблено в США" (рис.1.5).

#### North American industrial robot orders jumped this quarter as they got cheaper

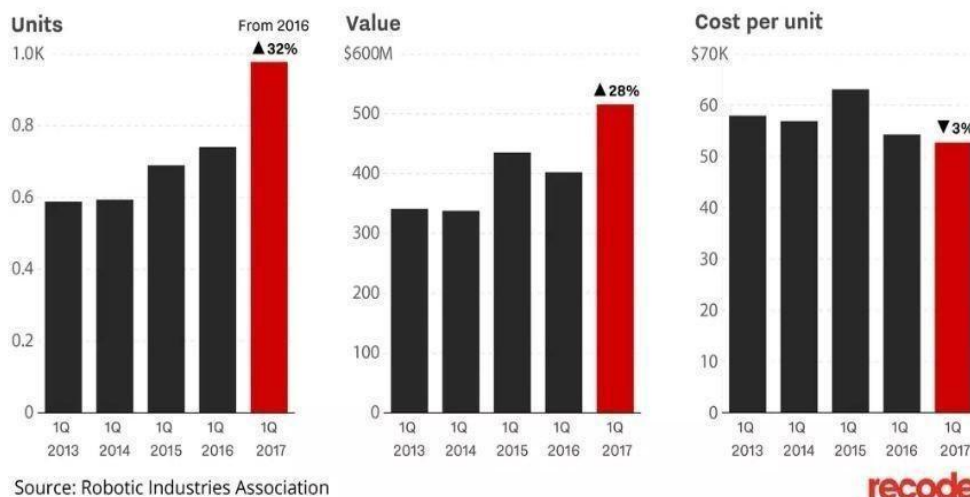


Рисунок 1.5 – Автоматизація виробництва в США

У Мексиці на 10 тис. робочих встановлені 33 робота. І це незважаючи на те, що країна є центром автомобільного виробництва і переважно експортує свій продукт в США.

У Канаді немає своїх національних підприємств з виробництва автомобілів або вантажівок. Число роботів на 10 тис. робочих: 145. Канада - світовий лідер в авіабудуванні та виробництві поїздів метро завдяки Bombardier Inc. Велика частина заводів підприємства Bombardier знаходиться в агломерації Монреалю.

Китай також набирає обертів. У країні на 10 тисяч робочих припадало 68 роботів - це майже в три рази більше, ніж три роки тому.

Уряд має намір продовжити розвиватися в цьому напрямку. Очікується, що до 2020 року Китай увійде в десятку самих автоматизованих націй світу. До цього часу кількість роботів на виробництві повинно зрости до 150 одиниць.



Крім того, Китай планує продати в цілому 100 тисяч промислових роботів місцевого виробництва.

### 1.3 Освітні платформи робототехніки в Україні

Освітній напрям з робототехніки в Україні оцінюється як напрям, що розвивається, але недостатньо бурхливо. В останні 2-3 роки було зроблено чимало спроб ввести робототехніку в програму навчальних закладів різних рівнів і різних форм власності, але вони не носили системного характеру і не мали достатнього охоплення цільової аудиторії. У більшості випадків, географічно все закінчується в обласних центрах, великих містах найбільш розвинених областей. Освітня робототехніка - дуже цікава величезній кількості дітей (як хлопчикам, так і дівчаткам) сфера знань. Такі висновки можна зробити на підставі статистики по популяризації робототехніки в різних містах України.

Сферу робототехніки в Україні, буде доречно розділити на такі напрямки: споживчий, виробничий і сферу навчання.

У споживчому секторі на сьогоднішній день спостерігається стійкий попит на різних роботів-прибиральників або безпілотників. Українці масово дізналися про існування дронів з початком бойових дій на південному сході країни. У цей момент стався сплеск інтересу до безпілотних апаратів для аерозйомки, які можна було б застосувати для розвідки. Волонтери масово заповували звичайні квадрокоптера споживчого класу. Дрони увійшли і в наше повсякденне життя. Сформовано ринок апаратів для аматорської аерозйомки. Слідом за ним підтягнувся і ринок іграшкових дронів (рис.1.7).



Рисунок 1.7 – Дрон

В області виробництва роботизованою продукції, на жаль, дійсно цікавих досягнень українських розробників поки немає. Масового виробництва безпілотників і інших військових роботів в останні роки не відбулося.

Швидкозростаючим напрямком робототехніки в Україні є освітній. Гуртки та школи робототехніки ростуть швидкими темпами. У них проходять заняття, на яких вчаться конструювати і програмувати роботів за допомогою спеціальних наборів робототехніки. Є кілька мережевих шкіл, які відкривають свої представництва в містах України. Є школи, які відкриваються на волонтерських засадах.

Українське суспільство на даний момент в основному цікавлять споживчі роботизовані пристрої. Хорошим сигналом для всієї галузі робототехніки в цілому в Україні є масове відкриття навчальних закладів робототехніки для дітей. Діти, які в них зараз займаються, через 10 років прославлять Україну як одного з сильних гравців на світовому ринку виробництва роботів.

#### 1.4 Потенційний напрямок освітньої робототехніки

Незважаючи на те, що освітня робототехніка - це напрямок відносно новий, розвивається вона стрімкими темпами. Розробкою робототехнічних платформ для освіти займаються десятки зарубіжних і кілька вітчизняних компаній. Всі виробники освітньої робототехніки тісно співпрацюють з кращими фахівцями

освітньої галузі з усього світу для виявлення основних проблем освітнього процесу. Основне завдання всіх платформ освітньої робототехніки - це підвищення мотивації учнів до навчання, підвищення якості освітніх програм для підготовки компетентних фахівців, здатних вирішувати складні інженерно-технічні завдання. Різні платформи вирішують цю задачу по-різному. У табл. 1.1 наведено список основних робототехнічних платформ, які використовуються в навчальному процесі.

Таблиця 1.1 – Основні робототехнічні платформи світу

№	Виробник	Країна	Назва платформи
1	Pitsco	США	TETRIX
2	Lego	Данія	Mindstorms Education EV3 WeDo
3	ТРИК	Росія	ТРИК
4	VEXRobotics	США	VEX IQ, VEX EDR
5	FischerTechnik	Германія	fischertechnik
6	MRT International Limited	Південна Корея	Huna MRT
7	Экзамен-технолаб	Росія	ТЕХНОЛАБ

Продовження табл. 1.1

8	Robotis	Південна Корея	Bioloid
9	Arduino Software	Італія	Arduino

Розглянемо дані платформи освітньої робототехніки.

#### 1.4.1 TETRIX MAX

Основними конструкційними елементами TETRIX MAX є алюмінієвий канал з маркуванням отворів з товарним знаком, який дозволяє з'єднання з кутним  $45^\circ$ . Деталі та складні одиниці кріпляться за допомогою болтів. Серед інших будівельних елементів можна визначити шестерні, колеса, двигуни і сервоприводи (рис.1.7).

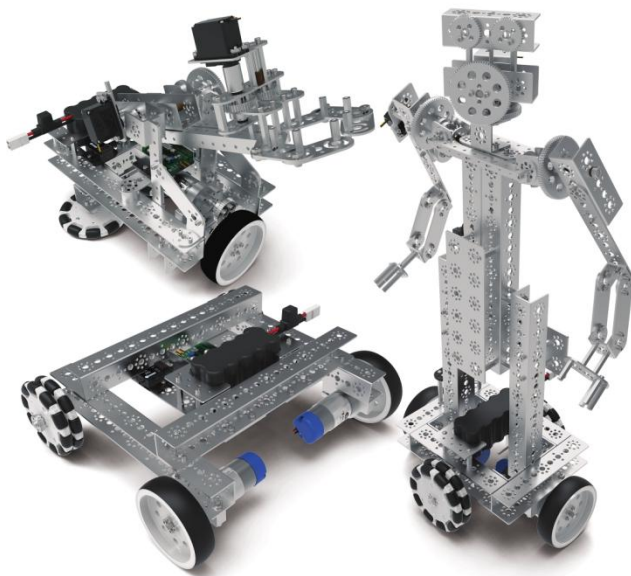


Рисунок 1.7 – Платформа TETRIX MAX

TETRIX MAX може взаємодіяти з комплектом NXT Lego Mindstorms, щоб інтелектуальний блок NXT контролював двигуни і сервоприводи TETRIX. Зв'язок не тільки механічний, а й організаційний: в США LEGO Education North America є спільним підприємством Pitsco, Inc. і освітнього підрозділу LEGO Group.

TETRIX PRIME був розроблений для використання в середній школі, але також може використовуватися з компонентами TETRIX MAX. Ці системи також можуть використовуватися з контролерами R / C або різними або програмованими параметрами, такими як myRIO і Arduino.

#### 1.4.2 LEGO

Чималу роль серед навчальних роботів в даний час мають Лего - конструктори.

Серед роботів серії Lego виділяють наступні навчальні роботи:

- 1) Lego WeDo;
- 2) Lego Mindstorms;

Освітні рішення LEGO® Education WeDo 2.0 (рис.1.8) забезпечують міцний зв'язок між нудною теорією з курсу навколишнього світу і технології з реальним світом за допомогою практичних завдань, цікавих проектних робіт і сучасних технологій.



Рисунок 1.8 – LEGO® Education WeDo 2.0

Проектна діяльність формує у дітей знання, вміння і навички в області технології, фізики, технічних і природничо-наукових дисциплін, а також інформатики. Ці сучасні освітні рішення являють собою унікальне поєднання кубиків LEGO, програмного забезпечення, цікавих, що відповідають освітнім стандартам науково-дослідних проектів. Все це допомагає дітям розвинути не тільки ключові компетенції XXI століття, а й навички ведення науково-дослідної діяльності, а також впевненість у своїх силах і знаннях. Учні мають інструмент, за допомогою якого вони навчаються ставити запитання, формулювати завдання і розробляти власні рішення, тому що радість наукового відкриття виявиться в їх власних руках.



Рисунок 1.9 – LEGO MINDSTORMS Education

Моделювання, конструювання та випробування роботів, здатних виконувати складні команди, реєструвати дані в ході спостережень, реагувати на зміни зовнішніх умов – це спосіб викладати математику простіше і наочніше. Набори LEGO MINDSTORMS Education (рис. 1.9) оживляють технологію, фізику і обчислення за допомогою наочно-практичного навчання, в основу якого покладено практико-орієнтовані проектні завдання з використанням кращих робототехнічних рішень.

Просте в освоєнні і використанні мультиплатформенне освітнє програмне забезпечення EV3 створено спеціально для застосування в навчальній діяльності. ПЗ дозволяє програмувати створені учнями робототехнічні моделі за допомогою графічного мови програмування LabVIEW, в якому програма складається з переміщуються користувачем програмних блоків - процедур і функцій.

Основні цілі навчання:

1) практичне вивчення сучасних технологій за допомогою конструювання і програмування автономних робототехнічних систем;

2) практичне, засноване на прикладах з реального життя, вивчення основ інформатики, алгоритмічного мислення і програмування;

3) вивчення та застосування навичок ведення проєктів і прототипування, математичних навичок і понять, таких як пропорції і коефіцієнти, графіки та функції;

4) вивчення таких фізичних понять, як швидкість і потужність, рух і стан спокою, а також різних сил і їх взаємодії;

5) вивчення та застосування наукового методу формування знань;

Формування регулятивних, пізнавальних та комунікативних універсальних навчальних дій в процесі вивчення природничо-наукових і технічних дисциплін.

### 1.4.3 TRIK

Набори конструктора ТРІК (рис.1.10) розроблялися командою досвідчених інженерів з Санкт-Петербурга. Творці стверджують, що за допомогою їх конструктора можна збирати моделі різної складності: від самих простеньких до людиноподібних. Серцем ТРІК'а є унікальний мікроконтролер, здатний обробляти аудіо та відеосигнал, здійснювати управління моторчиками і аналізувати показники датчиків.

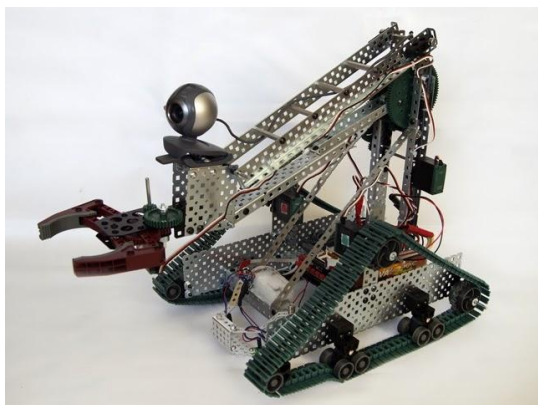


Рисунок 1.10 – ТРІК

Для програмування автономних моделей можна використовувати будь-який популярний мову: C ++, Java, Python тощо. Для юних робототехніків розробники передбачили візуальне середовище TRIK Studio. Вона інтуїтивно зрозуміла будь-якій дитині і дозволяє описувати поведінку моделей за допомогою логічної послідовності зображень. Конструктор поширюється в різних комплектаціях

#### 1.4.4 VEX

Набори VEX EDR (рис. 1.11) складаються з перфорованих металевих елементів. Відмінною особливістю даної лінійки є наявність в мікроконтролері портів аналогового і цифрового типу. Це дозволяє використовувати конструктор для вивчення базових елементів мікроелектроніки.

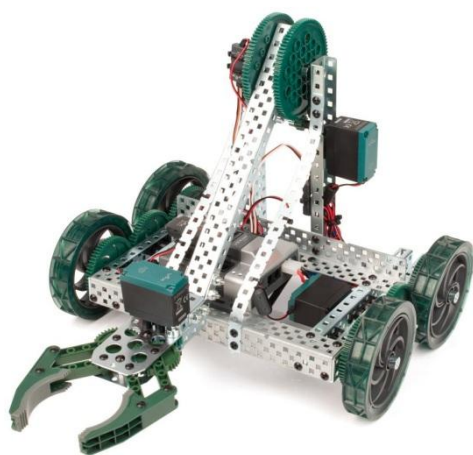


Рисунок 1.11 – VEX EDR



Програмне забезпечення для EDR представлено у вигляді трьох пакетів: MPLAB, easyC і ROBOTC. На практиці ж в якості основної платформи використовують, як правило, тільки останню, найбільш універсальну середу ROBOTC.

#### 1.4.5 FISHERTECHNIK

Найбільшого поширення конструктор отримав в професійних навчальних закладах і технічних ВНЗ. Набори комплектуються фірмовими контролерами, двигунами, датчиками і блоками живлення. Кожна версія конструктора містить в коробці досить об'ємний блок-контролер з пазами і виступом типу «ластівчин хвіст».



Рисунок 1.12 – FISHERTECHNIK

Конструктори fischertechnik (рис.1.12) використовуються в різних країнах усього світу для демонстрації принципів роботи механізмів і машин в середніх, спеціальних і вищих навчальних закладах, а також для моделювання виробничих процесів і презентаційних цілей.

Основним елементом цих конструкторів є блок з пазами і виступом типу «ластівчин хвіст». Така форма дає можливість з'єднувати елементи практично в будь-яких комбінаціях. Також в комплекти конструкторів входять програмовані контролери, двигуни, різні датчики і блоки живлення, що дозволяє приводити

механічні конструкції в рух, створювати роботів і програмувати їх за допомогою комп'ютера. Для розробки керуючих програм для контролера ROBO TX використовується середу візуального програмування ROBO Pro. Програми завантажуються в контролер через інтерфейси USB або Bluetooth.

#### 1.4.6 HUMA MRT

HUNA-MRT для початківців (рис. 1.13) - це набори серії FUN & BOT і KICKY (MRT2). Всі деталі конструкторів пластмасові, яскраві, електроніки мінімум. Це попередній, що не програмований етап знайомства з робототехнікою для дітей 6-8 років. Набори навчають основам конструювання, простим механізмам і з'єднанням.



Рисунок 1.13 – HUMA MRT

Роботи цього рівня не програмуються і це плюс для дітей дошкільного віку - діти отримують швидкий результат своєї роботи, не витрачаючи час на розробку алгоритму, написання програми і т.п. При цьому конструктори включають електронні елементи: датчики, мотори, пульт управління - все це дозволяє вивчити основи робототехніки.

Набори супроводжуються докладними інструкціями і методичними матеріалами. Весь матеріал викладено в ігровій формі - це казки, розповіді, приклади з навколишнього життя.

### 1.4.7 Технолаб

За допомогою даного модуля (рис.1.14) підрастаючі інженери можуть освоїти основи проектування різних механізмів в наочній і ігровій формі. Наявність графічних роздавальних матеріалів дозволяє педагогу урізноманітнити навчальний процес, наприклад, уроками з образотворчого мистецтва, а за допомогою наочних інструкцій спрощується процес підготовки захоплюючих занять. Застосування даного модуля в освітньому процесі дозволяє урізноманітнити уроки або позакласну діяльність.



Рисунок 1.14 – Технолаб

Робототехнічні конструктори з даного модуля дозволяють конструювати різних рухливих роботів, що функціонують за заданою програмою або керованих за допомогою джойстика або смартфона.

### 1.4.8 Bioloid

Robotis Bioloid (рис. 1.15) - набір для створення робота, вироблений корейською фірмою Robotis. Набір призначений для освітніх цілей а також для тих, хто захоплюється робототехнікою. Набір Bioloid включає в себе невеликі сервоприводи – Dynamixel і є самостійним модулем, за допомогою якого

можуть бути зібрані роботи різної конструкції, наприклад, колісні або крокуючі роботи.



Рисунок 1.15 – Robotis Bioloid

Набір Bioloid схожий з наборами LEGO Mindstorms від компанії LEGO і VexRobotics Design System від компанії VEX Robotics. Набір використовується в Військово-морській академії США як навчальне обладнання в курсі машинобудування. Так само набір Bioloid часто використовують учасники міжнародних змагань RoboCup.

У комплект Bioloid входять сервоприводи Dynamixels, набір сенсорів, програмне забезпечення, що включає себе середу 3D моделювання і середовище програмування на C-подібному мовою. Кількість приводів достатня, щоб виготовити механізм з вісімнадцятьма ступенями свободи

#### 1.4.9 Arduino

Arduino (рис.1.16) - найпоширеніша платформа для дорослої робототехніки та електроніки, друга за поширеністю серед дітей. Розробка повністю відкрита, у неї є безліч відгалужень.



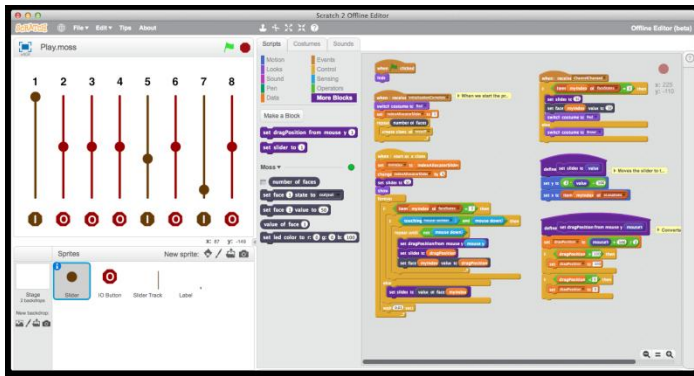


Рисунок 1.17 – Scratch

Широке застосування знайшла освітня платформа програмування роботів Scratch (рис. 1.17).. Scratch замислювався як проста і наочна мова програмування для знайомства учнів молодших класів з основами програмування. Його творець Мітчел Резник вважає, що активне пізнання - пізнання через моделювання навколишнього світу - є найбільш ефективним способом навчання. Так ми вчимо наших дітей створювати і трансформувати світ навколо себе, не зупиняючись на рівні «звичайного користувача».

Програмування на Scratch відбувається шляхом переміщення різнокольорових блоків, і з'єднання їх як в конструкторі Лего. Програма виходить дуже наочною і виглядає як гарний алгоритм.

Незважаючи на гадану простоту, Scratch дозволяє створювати досить складні проекти із застосуванням змінних, списків, циклів, умовних операторів і багато чого іншого з арсеналів «дорослих» мов програмування. Займатися програмуванням на Scratch можна вже з 7 років. Навіть не володіючи поняттями про змінних і координатної площини, дитина зможе зробити свої перші проекти.

Зазвичай Scratch не виходить за межі кабінету інформатики, однак ця мова програмування має такі великі можливості, що дозволяє використовувати його і в рамках інших шкільних дисциплін. Мова Scratch є доступним засобом моделювання фізичних явищ. Може наочно уявити закони математики.

За допомогою освітньої робототехніки досліджувані математичні ідеї перетворюються в наочно-практичний досвід, який так легко засвоюється

учнями. Робототехніка дозволяє захопити учнів і розвинути у них навички вирішення практичних завдань, пов'язаних з STEM-дисциплінами. Оцінювання і вимірювання швидкості, відстані, часу і маси за допомогою моделей, демонструє складні фізичні поняття, виражені в цифрах і формулах. Користуючись наочними практичними робототехнічними рішеннями, учні складають прості послідовності керуючих кодів і команди, які на прикладі пристроїв введення-виведення сигналів демонструють, наприклад, причинно-наслідковий зв'язок. За допомогою інструментів, які змушують працювати інтуїцію і робити припущення, учні отримують досвід формулювання гіпотез. Учні використовують знання з математики і фізики, на практиці працюючи з такими поняттями, як фізичні обмеження, одиниці виміру, системи координат, мінімальні, максимальні, середні значення і лінійні характеристики.

### 1.5 Постановка завдання

Метою магістерської роботи є розробка навчального курсу робототехніки для школярів.

Введення в додаткову освіту програми «Освітня робототехніка» з використанням таких методів, як спільна творчість, пошук проблем і їх практичне рішення, аналіз і узагальнення досвіду, підготовка дослідницьких проектів та їх захист, елементи змагань тощо, неминуче змінить картину сприйняття учнями технічних дисциплін, переводячи їх з розряду умоглядних в розряд прикладних. Застосування учнями на практиці теоретичних знань, отриманих з області математики або фізики, веде до глибшого розуміння основ, закріплює отримані навички, формуючи освіту в його найкращому сенсі. І з іншого боку, ігри зі створенням моделей роботів, в яких завчасно задаються основні принципи розрахунків найпростіших механічних систем і алгоритми їх автоматичного функціонування під керуванням програмованих контролерів, послужать хорошим ґрунтом для подальшого освоєння складного теоретичного матеріалу на заняттях. Програмування на комп'ютері при всій його корисності

для розвитку розумових здібностей багато в чому поступається програмування автономного устрою, чинного в реальному навколишньому середовищі. Подібно до того, як комп'ютерні ігри поступаються в корисності ігор справжнім.

Можливість доторкнутися до незвіданого світу роботів для сучасної дитини є дуже потужним стимулом до пізнання нового, подолання інстинкту споживача і формування прагнення до самостійного творення. При зовнішній привабливості поведінки, роботи можуть бути змістовно наповнені цікавими і непростими завданнями, які неминуче постануть перед юними інженерами. Їх рішення зможе привести до розвитку впевненості в своїх силах і до розширення горизонтів пізнання.

Нові принципи вирішення актуальних завдань людства за допомогою роботів, засвоєні в шкільному віці (нехай і в ігровій формі), до часу закінчення вузу і початку роботи за фахом відгукнуться в принципово новому підході до реальних завдань. Заняття з дітьми на гуртках робототехніки, сприяє підготовці фахівців нового складу, здатних до здійснення інноваційного прориву в сучасній науці і техніці.

#### *Мета освітньої робототехніки:*

Розвиток здібностей дітей, які проявляють інтерес до робототехніці, реалізація їх творчих ідей через конструювання, програмування і дослідження моделей з використанням сучасних комп'ютерних технологій та інтелектуальних конструкторів.

#### *Завдання освітньої робототехніки.*

##### Навчальні:

- 1) навчити сучасним розробкам з робототехніки в галузі освіти;
- 2) навчити учнів комплексу базових технологій, що застосовуються при створенні роботів, основним принципам механіки;
- 3) навчити основам програмування в комп'ютерному середовищі розробки програм (використовувати комп'ютери, як засоби управління моделлю і



спеціальних інтерфейсних блоків спільно з конструкторами, складання керуючих алгоритмів для зібраних моделей);

4) навчити учнів грамотно висловлювати свою ідею, проектувати її технічне і програмне рішення, реалізувати її у вигляді моделі, здатної до функціонування;

5) навчити учнів вирішенню низки кібернетичних задач, результатом кожної з яких буде працюючий механізм або робот з автономним управлінням;

6) вивчити правила змагань з конструювання і програмування;

#### Розвиваючі:

1) розвивати в учня навички інженерного мислення, вміння працювати за запропонованими інструкціям, конструювання, програмування і ефективного використання робототехнічних систем;

2) розвивати дрібну моторику, уважність, акуратність і винахідливість;

3) розвивати креативне мислення і просторову уяву, вміння викладати думки в чіткій логічній послідовності, відстоювати свою точку зору, аналізувати ситуацію і самостійно знаходити відповіді на питання шляхом логічних міркувань;

#### Виховні:

1) підвищувати мотивацію учнів до винахідництва і створення власних роботизованих систем;

2) виховувати в учнів прагнення до здобуття якісної закінченого результату;

3) формувати навички проектного мислення, роботи в команді, ефективно розподіляти обов'язки;

Керівник гуртка ставить нову технічну задачу, рішення якої шукається спільно. Навчання в процесі практичної діяльності, передбачає створення моделей і реалізацію ідей шляхом конструювання. При необхідності, виконується ескіз конструкції. Далі учні працюють в групах по 2 людини, асистент викладача роздає конструктори з контролерами і додатковими пристроями. Перевіривши наявність основних деталей, учні приступають до створення роботів. При необхідності викладач роздає методичні вказівки з

усіма етапами складання (або виводить зображення етапів на великий екран за допомогою проєктора). Залежно від завдань на заняттях використовуються різні види конструювання. Вільне, необмежене жорсткими рамками дослідження, в ході якого діти створюють різні модифікації найпростіших моделей, що дозволяє їм прийти до розуміння певної сукупності ідей. Дослідження, проведене під керівництвом педагога і передбачає послідовне виконання інструкцій, в результаті якого діти будують модель, яка використовується для обробки даних. Вільне, необмежене жорсткими рамками рішення творчих завдань, в процесі якого учні роблять моделі за власними проєктами і самостійні конструкторські розробки. На кожному комп'ютері учня є папка з готовими інструкціями по конструюванню моделей, яка постійно доповнюється і керівництво користування програмою. Якщо для вирішення потрібне програмування, учні самостійно складають програми на комп'ютерах. На цьому етапі можливо поділ ролей на конструктора і програміста. Програма завантажується учнями з комп'ютера в контролер готової моделі робота, і проводяться випробування на спеціально приготованих полях. Після виконання завдання учні роблять висновки про найбільш ефективних механізмах і програмних ходах, що призводять до вирішення проблеми. На етапі рефлексії учням дається можливість обміркувати те, що вони побудували, запрограмували, допомагає глибше зрозуміти ідеї, з якими вони стикаються в процесі своєї діяльності на попередніх етапах. Розмірковуючи, учні встановлюють зв'язки між отриманою і новою інформацією та вже знайомими їм ідеями, а також попереднім досвідом. На цьому етапі в кожному завданні дітям пропонується певний обсяг питань, що спонукають встановити взаємозв'язку між досвідом, який вони отримують в процесі роботи над завданням, і тим, що вони знають в реальному світі. При необхідності проводиться модифікація програми та конструкції. На етапі розвитку дітям пропонуються додаткові творчі завдання з конструювання або програмування. Творчі завдання, що представляють собою адекватний виклик здібностям учня, найкращим чином сприяють його подальшого навчання і розвитку.

*Очікувані результати та способи їх перевірки:*

1) освітні;

Результатом занять робототехнікою буде здатність учнів до самостійного вирішення ряду завдань з використанням освітніх робототехнічних конструкторів, а також створення творчих проектів. Конкретний результат кожного заняття - це робот або механізм, що виконує поставлене завдання. Перевірка проводиться як візуально - шляхом спільного тестування роботів, так і шляхом вивчення програм і внутрішнього влаштування конструкцій, створених учнями. Навички самоосвіти - періодична оцінка своїх успіхів і власної роботи самими учнями. Основний спосіб підсумкової перевірки - регулярні заліки з відомим набором пройдених тем. У залік приймається участь в змаганні і підсумок проекту.

2) розвиваючі;

Зміни в розвитку дрібної моторики, уважності, акуратності і особливостей мислення конструктора-винахідника проявляється на самостійних завданнях з механіки. Найбільш яскраво результат проявляється в успішних виступах на зовнішніх змаганнях роботів і при створенні захисту самостійного творчого проекту.

3) виховні;

Виховний результат занять робототехнікою можна вважати досягнутим, якщо учні виявляють прагнення до самостійної роботи, вдосконалення відомих моделей і алгоритмів, створення творчих проектів. Участь в наукових конференціях для школярів, відкритих змаганнях роботів і просто вільна творчість багато в чому демонструють і закріплюють його. Розвиток комунікативних навичок: співпраця і робота в команді, успішне розподіл ролей. Крім того, простим, але важливим результатом буде регулярне зміст свого робочого місця і конструктора в порядку.

## 2 СИСТЕМА РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ ШКОЛЯРІВ

### 2.1 Робототехнічна освіта для молодших школярів

#### 2.1.1 Формування пізнавального інтересу у молодших школярів за допомогою лего-конструювання

Використання Лего при формуванні і розвитку загальнонавчальних навичок у молодших школярів дозволяють активно включати ігрові прийоми в пізнавальну діяльність учнів у навчальному процесі. Лего конструювання та програмування дають можливість дитині проявляти самостійність при виконанні ігрових завдань, логічної побудови програми, створення алгоритму послідовних дій з метою отримання наочного результату за час одного уроку. Відбувається зниження стомлюваності учня, при вивченні нового матеріалу завдяки постійному перемиканню уваги на різні види діяльності і дає можливість побачити інформацію в інтегрованій формі, яка найбільш доцільна для повторення, засвоєння і вивчення нового матеріалу.

Робототехніка на базі Лего динамічна, в ній присутній цікавий сюжет. Дитина може оптимізувати свої дії, знаходити найбільш раціональні шляхи в успішному розвитку свого проекту. Багаторазовість повторення різних сюжетів з використанням подібних механізмів і прийомів формують у дітей краще розуміння досліджуваного матеріалу.

Важко знайти дитину практично будь-якого віку, який хоч раз в житті не тримав би в руках конструктор Лего. І так як учні вже знайомі з елементної базою, то і завдання конструювання відразу спрощується відповідно до головним принципом Лего: «Все одне одному підходить».

Набори Лего сьогодні є головною складовою елементів для навчання в школах і будинках технічної творчості, а сама платформа - широко використовується в освіті.

Лего конструювання включає в себе безліч освітніх систем щодо всебічного розвитку дітей як дошкільного так і шкільного віку. Розвиток предметних умінь і навичок, загальнонавчальних навичок, розвиток логічного мислення, пам'яті, уваги, мови, сприйняття, дрібної моторики. Все це дозволяє розвивати Лего конструювання.

Серії Lego Education повноцінно охоплюють всі сторони для розвитку дитини. Розумна математика - дозволяє навчити дитину граючи рахувати. Створи свою історію - вчить дітей правильно формулювати пропозиції, вимовляти слова і багато іншого. Технології та фізика - дозволяють дивитися на технології, які нас оточують, з нової сторони, доступної для дитини і простою. Серія перших механізмів знайомить дошкільнят з 6 років механізмам, які оточують нас, дають можливість повноцінно відчувати окремі деталі і не боячись щось зламати будувати власні механізми та конструкції. Прості механізми розвивають дрібну моторику рук, знайомить з дрібними деталями Лего, механізмами та технікою безпеки. Конструктор з робототехніки Lego WeDo повноцінно дозволяє дитині відчувати себе робототехніком, будівельником і програмістом з самого раннього віку.

Лего конструювання включає в себе безліч напрямків, але одне з найважливіших - робототехніка і програмування. Яке дозволяє школяреві опанувати базовими знаннями програмування, конструкторської майстерності, термінології та комп'ютерної грамотності.

Така діяльність сприяє розвитку логічного мислення, уваги, пам'яті, здатності зосередитися. Поступово формуються математичні знання про рахунок, форми, пропорції, що є однією з умов успішної адаптації в соціальному світі.

Лего конструювання дозволяє наймолодшим учням отримувати уявлення про принципи роботи багатьох основних механізмів і пристроїв, розвивати конструкторські навички, створювати творчі рішення. Для школярів стають доступними теоретичні основи і наочне отримання результату на практиці. Таким чином, отримання загальнонавчальних навичок стає більш легким і доступним. Теорія стає інтерактивною і захоплюючою, а практика цікавою,

простою у використанні. Дуже важливо, засвоєння отриманих знань і умінь відбувається весело, швидко і не помітно по часу.

Оскільки Лего конструювання з малих років стає улюбленою іграшкою і можна використовувати придбані з ранніх років, навички в щоденному вихованні у учнів посидючості і працьовитості, уважності і розвитку просторового мислення, освоєння таких непростих категорій, як вага, пропорційність, форма. При системному підході в навчанні за допомогою Лего конструювання закладаються перші, поки ще, інтуїтивні пізнання в області математики і фізики. Ігрова форма навчання активно прищеплює молодшому школяреві основи інженерних навичок: від методу проб і помилок, поступово переходить до обмірковування і планування своїх дій, у нього з'являється цікавість, а потім і допитливість. Сучасні інтерактивні технології доповнюють цей процес, оскільки будь-яку конструкцію можна доповнити датчиками, моторами, які допомагають привести їх у рух. Для запуску цих пристроїв необхідно створювати найпростіші програми, попередньо проаналізувавши алгоритм дій.

### 2.1.2 Організація освіти лего-конструювання та робототехніки

Для успішного навчання дітей потрібно оснащення кабінету Лего конструкторами різної складності і персональними комп'ютерами, а так само потрібно місце для вільного пересування дітей.

Заняття проходить у вільній формі. Зазвичай починається з повторення пройденого матеріалу, поступово переходить в засвоєння нового матеріалу і конструюванням нових механізмів, роботів або фігур. Під час конструювання важливо дитині давати можливість вільно діяти, збирати в зручному для нього місці, давати можливість відпочити від комп'ютера, яскравих деталей протягом декількох хвилин. На завершення роботи дитина представляє свою конструкцію - будівництво. Вона повинна бути закінчена, вірно зібрана в механізмах і конструкції. Кожне заняття завершується закінченою моделлю.

Якщо модель не вірно сконструйована, має технологічні помилки в механізмах або конструкції, то потрібно виділити окремий час для вирішення проблем, усунення неполадок, завершення повноцінної готової конструкції. Після того як конструювання завершено, в ігровій формі, відпочиваючи, з дітьми повторюємо пройдений на уроці матеріал, закріплюємо його опитуваннями і грою.

Конструювання і його різновиди можна розбити на групи за віком.

Від 6 до 7 років:

- 1) розвиток навичок користувача інформаційних технологій;
- 2) розвиток логіки;
- 3) розвиток мислення;
- 4) розвиток конструкторських навичок;
- 5) розвиток інженерних навичок;
- 6) розвиток дрібному моторики;
- 7) розвиток мовлення;
- 8) формування природно-наукового світогляду. База наборів: «Перші механізми», «Лего WeDo».

Від 7 до 9 років:

- 1) розвиток умінь використання персонального комп'ютера;
- 2) розвиток логіки;
- 3) розвиток мислення;
- 4) формування аналітичного мислення;
- 5) розвиток інженерно-конструкторських навичок;
- 6) розвиток уяви;
- 7) формування природно-наукового світогляду;
- 8) формування знань, умінь і навичок предметного середовища;
- 9) розвиток дрібної моторики;
- 10) розвиток мовлення.

База наборів: «Прості механізми», «Лего WeDo», «Лего WeDo 2.0».

Знайомство дітей з механізмами йде з набору «Перші механізми». У них дитина може самостійно і без допомоги дорослого з'єднувати великі деталі і повноцінно відчувати роботу механізмів, вивчення нових термінів і можливості побудови з деталей простих, складних механізмів та закінчених фігур з них.

Наступний етап, знайомство дітей з дрібними деталями і побудовами з них складних механізмів і способами побудови речей, які ми зустрічаємо в житті. На даному етапі використовується конструктор «Прості механізми». Розвиваючи дрібну моторику діти вивчають роботу: важеля, осей, зубчастих передач, ремінних передач, вантажів. Працюючи з дрібними деталями і поступовим ускладненням матеріалу, вони готуються до етапу, на якому потрібно терпіння, логічне мислення, послідовність і розвинена дрібна моторика.

Далі переходимо до курсу робототехніки, яка побудована на конструкторі «lego WeDo», він включає в себе роботу на комп'ютері, програмуванні і конструюванні механізмів з використанням мотора, датчиків світла, датчиків нахилу. Діти самостійно шукають деталі і збирають робота, за інструкцією або своєю тематикою.

Одночасно конструюючи по комп'ютеру, вивчаючи програмування, використовуючи комп'ютер в пошуку інформації, навчаючи нові терміни, школярі отримують елементарні навички користувача персонального комп'ютера, що дає йому повноцінну адаптацію в сучасному соціумі. Використання інформаційних технологій дітьми відкривають можливості для спілкування, розвитку і вдосконалення того, хто навчається в школі. За допомогою Лего конструювання, програмування дитині легко вступати в контакт з командою однодумців, формувати свої особисті досягнення за допомогою комунікації. У школярів з'являється можливість для прояву свободи дій, свободи вираження своєї думки, прояви самостійності. Робототехніка дозволяє дитині використовувати вже наявні знання, вміння і навички та отримувати нові.



## 2.2 Середній школяр

### 2.2.1 Лего-конструювання, яке будується на інтегрованих принципах

За допомогою робототехнічних наборів стає можливим створення практично будь-якого наочного посібника, дослідницького обладнання або проекту. Формування абстрактного мислення у дітей за допомогою практичної діяльності в предметах природничого циклу відбувається багато успішніше.

Всі прості механізми можливо вивчити з використанням Лего конструкторів. В інформатиці робототехніка може показувати свій максимальний потенціал - це розвиток алгоритмічного мислення, пропедевтика програмування, проведення практичних робіт по алгоритму і багато іншого.

Дитина, маючи можливість застосовувати отримані знання «миттєво» і отримувати гідні результати, з раннього шкільного віку набуває навиків до самонавчання і вирішення проблемних ситуацій на основі тих універсальних навчальних дій, які він зміг придбати в школі і освоїти самостійно.

Більш того, виходячи зі школи, дитина не забуває щойно почуте, а навпаки, застосовує свої знання поза стінами школи і може відпрацювати на практиці вдома.

Сьогодні в розвитку середньої ланки школярів доцільно використовувати Лего-конструювання, яке будується на інтегрованих принципах, об'єднує в собі елементи гри і експериментування, навчання що особливо важливо при роботі з дітьми шкільного віку.

Ігрова форма навчання активно прищеплює школяреві основи інженерних навичок: від методу проб і помилок, поступово переходить до обмірковування і планування своїх дій, у нього з'являється цікавість, а потім і допитливість. Сучасні інтерактивні технології доповнюють цей процес, оскільки будь-яку конструкцію можна доповнити датчиками, моторами, які допомагають привести їх у рух. Для запуску цих пристроїв необхідно створювати найпростіші програми, попередньо проаналізувавши алгоритм дій.

Це сприяє освоєнню учнями основ програмування, володіння комп'ютером. Завдяки такій технології діти починаючи з 10 років і навіть молодше, краще засвоюють багато предметів: математику, фізику, конструювання, основи програмування.

В процесі занять під керівництвом викладача, діти вчаться аналізувати завдання і знаходити оптимальні рішення, працювати в команді. Тут же закладаються навички рішення задач від ідеї до реалізації, з проведенням експериментів. Дуже важливі навички спілкування або розвитку їх, підтримує у дитини психологічний стану успіху, так як чіткі і доступні для розуміння для дітей конструкціями, не дозволяють потерпіти поразки в досягненні мети. В результаті взаємодії з викладачем, командою однокласників, перед дитиною відкривається широка можливість освоєння знань планомірно і наполегливо, з допомогою активно розвиваються інноваційних технологій. Лего конструювання має багато видів навчальних програм від простих збірок, окремих об'єктів до комплексних програм по освітнім дисциплін шкільного навчання.

### 2.2.2 Вікове формування компетенцій у школяра

Конструювання, моделювання та програмування Lego дозволяє формувати компетенції школяра у віці від 10 до 15 років і розвивати його інтелектуальні можливості.

Від 10 до 12 років:

- 1) розвиток логіки;
- 2) формування аналітичного мислення;
- 3) розвиток інженерно-конструкторських навичок;
- 4) розвиток уяви;
- 5) формування природно-наукового світогляду;
- 6) формування знань, умінь і навичок предметного середовища;
- 7) розвиток дрібної моторики;

8) розвиток відповідальності, командна робота.

База наборів Лего WeDo 2.0, Lego Mindstorms Education NXT, EV3

Від 13 до 15 років:

- 1) розвиток навичок програмування (візуальне, об'єктно - орієнтоване програмування);
- 2) розвиток інженерно-конструкторських умінь;
- 3) розвиток уяви;
- 4) розширення природно-наукового світогляду;
- 5) розширення знань, умінь і навичок предметного середовища;
- 6) розвиток аналітичного та логічного мислення;
- 7) розвиток дрібної моторики;
- 8) соціалізація в суспільстві.

Базовий набір Lego Mindstorms Education EV3, Arduino

Робототехніка є одним з напрямків автоматизації, тобто повної автономності процесу. На заняттях діти розуміють, що в першу чергу створення робота впирається в його конструювання, підбір правильних механізмів для створення бажаної моделі. І далі за допомогою візуального програмування донести завдання до робота. З практики, яку протягом усіх занять, діти отримують інформацію про те, як працюють електричні прилади навколо нас. Діти використовують всілякі датчики і мотори. Є різні рівні складності.

Освітня робототехніка сприяє досягненню запланованих результатів і освоєння основної освітньої програми:

- 1) використання різних способів пошуку (в довідкових джерелах і відкритому навчальному інформаційному просторі мережі Інтернет), збору, обробки, аналізу, організації, передачі та інтерпретації інформації відповідно до комунікативних та пізнавальними завданнями і технологіями навчального предмета; в тому числі вміння вводити текст за допомогою клавіатури, фіксувати (записувати) в цифровій формі вимірювані величини і аналізувати зображення, звуки, готувати свій виступ і виступати з аудіо-, відео- і графічним

супроводом; дотримуватися норм інформаційної вибірковості, етики та етикету;

2) формування уявлення про основні досліджувані поняття: інформація, алгоритм, модель - і їх властивості;

3) розвиток алгоритмічного мислення, необхідного для професійної діяльності в сучасному суспільстві; розвиток умінь скласти і записати алгоритм для конкретного виконавця; формування знань про алгоритмічних конструкціях, логічних значеннях і операціях; знайомство з одним з мов програмування і основними алгоритмічними структурами - лінійної, умовної і циклічної;

Сьогодні робототехнікою учні займаються як на уроках так і в позаурочний час, а так само на курсах за вибором. В рамках занять діти вчаться програмуванню, налагодженню програм і тестуванню їх вже на самих роботах. Такого роду заняття дуже важливі для всебічного розвитку дитини.

Конструювання, моделювання, програмування роботів в комплексі з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, як правило, відрізняється високим ступенем творчості, самостійності, суперництва, комунікації в групі. В учнів формуються компетенції, необхідні сучасному школяреві. Серед них предметні, міжпредметні, комунікативні та ін.

Підставою для будь-якого руху до розвитку в технологічному або освітньому напрямку є технологічна задача, яка в свою чергу складається з прагнення вирішити поставлене завдання, отримати теоретичні знання, залучаючи при цьому знання, отримані на інших шкільних предметах. З іншого боку це спрямованість учня представляти свої інженерні рішення в результаті виконання проектних робіт. Цей напрямок є повноцінним простором для розгортання особистої освітньої траєкторії учня, таким чином взаємозбагачуватися сплавом теорії і практики на стику перспективних галузей знань. Це є актуальним особливо зараз, коли в нашій країні прикладаються цілеспрямовані зусилля з перекладу розвитку технологій на інноваційні рейки.

## 2.3 Старший школяр

### 2.3.1 Міждисциплінарний напрямок навчання школярів робототехніки

Робототехніка є одним з найважливіших напрямів науково - технічного прогресу, в якому проблеми механіки і нових технологій стикаються з проблемами штучного інтелекту. Сфери застосування роботів різні: медицина, оборонно-промисловий комплекс, будівництво, геодезія, метеорологія тощо. Дуже багато процесів в житті людина вже й не мислить без робототехнічних пристроїв (мобільних роботів): робот для всіляких дитячих та дорослих іграшок, робот - доглядальниця, робот - домробітниця тощо. Роботи стають невід'ємними об'єктами сучасного світу. Фахівці, що володіють знаннями в цій області, стають все більш затребуваними. Про необхідність сфокусуватися на такому напрямку як робототехніка та підготовці відповідних фахівців йдеться в цілій низці різних документів.

У зв'язку з великим темпом розвитку робототехніки в суспільстві - освітня робототехніка, під якою розуміється міждисциплінарний напрямок навчання школярів, що інтегрує знання про фізику, технології, математики, кібернетики та інформатики, та дозволяє залучити в процес інноваційного науково-технічної творчості учнів різного віку, вже сьогодні набуває все більшої значущості й актуальності.

З кожним роком робототехнічні рішення є все популярніші, а їх основні можливості примножуються. Це один з напрямів, яке здатне об'єднати в собі більшість основних шкільних предметів, таких як математика, фізика, інформатика, біологія, хімія тощо, а так само реалізувати міжпредметні зв'язки.

Воно здатне сформувати в учнів живий інтерес до інженерно - технічних спеціальностей і розвинути їх пізнавальну активність. Учень повинен володіти універсальними навчальними діями: вміти самостійно планувати і здійснювати навчальну діяльність, створювати, застосовувати і перетворювати знаки і

символи, активно використовувати інформаційно-комунікаційні технології в своїй діяльності.

В основній школі, учні вже готові до сприйняття робототехніки як серйозної науки, готові до вирішення технічних завдань в силу стійкої підготовки та освоєння деяких необхідних тим з математики. Учні готові до логічного і творчого мислення більш серйозно, ніж в початковій школі. Так як найскладніші завдання, які вирішуються в робототехніці - це конструкторські та програмістські, то інтегруючись в інформатику старшої школи, робототехніка створить благодатний ґрунт для вивчення алгоритмізації, спрощуючи розуміння алгоритмічних конструкцій і прийомів програмування. Дозволить підготувати учнів старшої школи до вивчення мов програмування, розуміння процесів моделювання, грамотно використовувати засоби інформаційних технологій у навчальній діяльності.

Організація занять з робототехніки в освітньому закладі має на увазі: розвиток науково-технічної творчості; впровадження науково-практичних технологій в освітній процес; популяризація інженерної професії; розвиток робототехніки в світі.

У зв'язку з появою нових можливостей в організації навчального процесу з використанням роботів виділяються наступні компоненти освітнього процесу, в яких з'являється робототехніка:

- 1) курси і гурткова форми роботи;
- 2) дослідження, проектна робота, участь в конкурсах, включаючи дистанційні та мережеві форми. При цьому, школяр повинен мати можливість самовизначитися у виборі рівня знайомства з робототехнікою. Або йому буде досить базового рівня, або він буде знайомитися з робототехнікою за розширеним або поглибленого варіанту, вибираючи курси за вибором, проектну діяльність та інші форми.

У практичній діяльності викладачі виділяють види проектної діяльності учнів на заняттях з робототехніки, а саме:

1) створення нового робота або модернізація наявного (конструктивні, елементні й програмні оновлення) для вирішення дослідницького або прикладного навчального завдання на базі типових освітніх наборів з робототехніки;

2) створення нового робота або його модернізація для вирішення дослідницького або прикладного навчального завдання на основі:

а) самостійного опрацювання нових датчиків і інших систем робота, що розширюють можливості його практичного застосування;

б) використання робота спільно з іншими технічними системами, в тому числі обладнанням шкільного кабінету інформатики, математики, фізики, технології.

Основними плюсами освітньої робототехніки є популярність робототехніки серед школярів і молоді з кожним роком. Вона дозволяє дітям в захоплюючій формі пізнавати закони фізики, математики, інформатики, розвивати просторове мислення, логіку, вчитися працювати в команді. Робототехніка залучає дитину в світ творчості, дає стимул для отримання нових знань. Вона заохочує дітей мислити творчо, аналізувати, критично ставитися до своєї роботи.

Освітня робототехніка дозволяє підвищити мотивацію в учнів, поглибити і розширити предметні знання, удосконалити знання в технічній галузі, сформувати вміння і навички в сфері технічного проектування, моделювання та конструювання, посилити профільну підготовку учнів і їх орієнтацію на професії інженерно технічного рівня і ін.

У ряді публікацій, відзначається, що вивчення робототехніки доцільно організувати в тісному зв'язку з математикою, природничими дисциплінами, технологією і, звичайно ж, інформатикою.

### 2.3.2 Комп'ютерні інформаційні технології в робототехніці, формування логічного мислення за допомогою занять по робототехніці

Навчальні функції робототехнічних комплектів складаються, в тому, що школярі, займаючись робототехнікою, освоюють новий і важливий пласт сучасної технічної культури: набувають сучасні політехнічні знання та вміння, опановують відповідними технічними і технологічними концепціями.

Заняття з інформатики, на яких вивчаються питання алгоритмізації, інформаційні основи управління, як ніяка інша шкільна дисципліна, закладає основи в навчанні школярів робототехніці. При цьому, використання роботів на заняттях з інформатики, дозволить не тільки сформувати певні вміння, а й показати практичну значимість отриманих знань і умінь, в тому числі, і в ході виконання різних проектних робіт.

Освітня робототехніка сприяє досягненню запланованих результатів і освоєння основної освітньої програми:

1) готовність і здатність до самостійної інформаційно пізнавальної діяльності, включаючи вміння орієнтуватися в різних джерелах інформації, критично оцінювати і інтерпретувати інформацію, що отримується з різних джерел;

2) вміння використовувати засоби інформаційних та комунікаційних технологій у вирішенні когнітивних, комунікативних та організаційних завдань з дотриманням вимог ергономіки, техніки безпеки, гігієни, ресурсозбереження, правових та етичних норм та норм інформаційної безпеки;

3) сформованість основ логічного, алгоритмічного і математичного мислення;

4) сформованість уявлень про роль інформатики в сучасному суспільстві, розуміння основ правових аспектів використання комп'ютерних програм і роботи в Інтернеті;

5) сформованість уявлень про вплив інформаційних технологій на життя людини в суспільстві; розуміння соціального, економічного, політичного,



культурного, юридичного, природного, ергономічного, медичного та фізіологічного контекстів інформаційних технологій;

6) сформованість уявлень про роль інформації і пов'язаних з нею процесів в навколишньому світі;

7) володіння навичками алгоритмічного мислення і розуміння необхідності формального опису алгоритмів;

8) володіння умінням розуміти програми, написані на обраному для вивчення універсальному алгоритмічній мові високого рівня; знанням основних конструкцій програмування; умінням аналізувати алгоритми з використанням таблиць;

9) володіння стандартними прийомами написання на алгоритмічній мові програми для вирішення стандартної завдання з використанням основних конструкцій програмування і налагодження таких програм; використання готових прикладних комп'ютерних програм за обраною спеціалізацією;

10) сформованість уявлень про комп'ютерно-математичних моделях і необхідності аналізу відповідності моделі і модельованого об'єкта (процесу); про способи зберігання і найпростішої обробці даних; поняття про бази даних і засобах доступу до них, умінь працювати з ними;

11) володіння комп'ютерними засобами представлення та аналізу даних.

Використання робототехнічних комплексів сприяють самовдосконаленню через засвоєння нового соціального досвіду:

1) здатність до ціле покладання;

Учень вчиться ставити мету і, утримуючи її протягом усього заняття, досягає необхідного результату. Самостійно розробляючи власного робота, він вчиться ставити перед собою навчальне завдання.

2) розвиток здатності до планування.

Поставивши перед собою мету, учень складає план діяльності з моделювання свого робота або зміни вже готового. Він вчиться працювати за інструкціями (можливо входять в комплект конструктора), і за схемами, розробленими вчителем. Вказівки щодо виконання плану можуть бути як письмовими або

графічними, так і усними. Крім цього, працюючи в команді, треба вміти правильно розподілити обов'язки між усіма учасниками процесу.

3) розвиток здатності до прогнозування.

Школяр вчиться прогнозувати результати своєї діяльності, вибираючи різні способи виконання одного і того ж завдання, так як, змінюючи схему або послідовність збору моделі, використовуючи різні деталі, учень отримує різні варіанти одного і того ж робота.

4) формування дії контролю.

Виконавши завдання, учень отримує готову модель і має можливість самостійно перевірити правильність її виконання. Тим самим формується вміння контролювати і оцінювати навчальні дії відповідно до поставленим завданням і умовами її реалізації, вказане в числі міжпредметних результатів навчання.

5) формування дії корекції.

Виявивши недоліки в своїй роботі, школяр має можливість внести корективи на будь-якій стадії складання моделі. Він вчиться критично ставитися до результатів своєї діяльності і діяльності оточуючих. Якщо модель робота не виконує заплановані функції, отже, на якійсь стадії роботи допущена помилка, яка вимагає виправлення. В результаті відбувається формування вміння розуміти причини успіху / неуспіху навчальної діяльності і здатності діяти навіть в ситуаціях неуспіху.

6) Розвиток здатності до оцінки.

Учень отримує можливість порівнювати свою модель з моделями однокласників, отже, оцінити рівень виконання своєї роботи: складність, функціональність, зовнішню естетичність, раціональність робота. При цьому школяр вчиться об'єктивно оцінювати результат не тільки своєї, а й чужій діяльності. На основі отриманих результатів він може зробити висновки про рівень своїх знань і умінь.

7) формування саморегуляції.

Процес складання моделі вимагає терпіння і самовладання. Якщо з якихось причин школяреві доводиться робити роботу спочатку, йому потрібно докласти певних зусиль для успішного усунення недоліків. При спілкуванні з напарниками за завданням учню необхідний самоконтроль, оскільки в ході планування або виконання моделі у дітей можуть виникати розбіжності. Таким чином відбувається формування навичок співпраці з дорослими і однолітками в різних ситуаціях, розвиток умінь не створювати конфліктів і знаходити виходи зі спірних ситуацій.

Основними плюсами вивчення робототехніки на заняттях з інформатики є:

- візуалізація виконавців у розвитку алгоритмічного мислення (програмування і управління існуючим об'єктом);
- робот - як інформаційна модель на уроках інформатики, де учні мають можливість познайомитися з основними принципами управління, в тому числі побудованому на зворотний зв'язок.

Застосування робототехнічних комплектів на заняттях дозволяють навчатися розкривати свої творчі здібності, навички співпраці та роботи в команді, дозволяє проводити аналіз своєї діяльності, можливість самостійного придбання, перенесення і інтеграції знань отриманих на заняттях, формування і оцінку навички вирішення проблем / проблемних ситуацій, що вимагають прийняття рішення в ситуації невизначеності.

Аналізуючи вищевикладене можна зробити наступні висновки:

1) робототехніка є одним з найважливіших напрямів науково - технічного прогресу, в якому проблеми механіки і нових технологій стикаються з проблемами штучного інтелекту. Сфери застосування роботів різні. Фахівці, що володіють знаннями в цій області, стають все більш затребуваними. Є необхідність сфокусуватися на такому напрямку як робототехніка та підготовці відповідних фахівців.

2) у зв'язку з великим темпом розвитку робототехніки в суспільстві - освітня робототехніка вже сьогодні набуває все більшої значущості й актуальності. Робототехніка в освіті дозволяє сформувати в учнів навички програмування,

стимулює інтерес до техніки і конструювання, сприяє розвитку логічного і алгоритмічного мислення. Дозволяє сформувати у школярів інформаційну компетентність, створює в урочній та позаурочній діяльності з інформатики розвиваюче освітнє середовище, вчить використовувати отримані при вивченні інших предметів знання. Дає можливість для створення проектів, сприяють освоєнню і дотримання норм спілкування, поведінки, роботи в команді, створення позитивної мотивації і прагненню до успіху.

3) робототехніка на заняттях з інформатики дозволяє візуалізувати виконавців (програмування і управління існуючим об'єктом). Так само робот є інформаційною моделлю, де учні мають можливість познайомитися з основними принципами управління, в тому числі побудованому на зворотного зв'язку (учень - робот, робот - учень).

## 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РОБОТОТЕХНІЧНИХ ОСВІТНІХ КОМПЛЕКТІВ

### 3.1 Робототехнічний освітній комплект WeDo для молодших школярів

#### *Навчальна програма*

Заняття з Лего-конструюванню головним чином спрямовані на розвиток образотворчих, словесних, конструкторських здібностей. Всі ці напрямки тісно пов'язані, і один вид творчості не виключає розвиток іншого, а урізноманітнює творчу діяльність. Кожна дитина, що бере участь в роботі по виконанню запропонованого завдання, висловлює своє ставлення до виконаної роботи, розповідає про хід виконання завдання, про призначення виконаного проекту.

Тематичний підхід об'єднує в одне ціле завдання з різних областей. Працюючи над тематичної моделлю, учні не тільки користуються знаннями, отриманими на уроках математики, навколишнього світу, образотворчого мистецтва, а й поглиблюють їх:

Математика - поняття простору, зображення об'ємних фігур, виконання розрахунків і побудова моделей, побудова форм з урахуванням основ геометрії, робота з геометричними фігурами;

Навколишній світ - вивчення діяльності людини як творця матеріально-культурного середовища проживання.

Українська мова - розвиток усного мовлення в процесі аналізу завдань і обговорення результатів практичної діяльності (опис конструкції виробу, матеріалів; розповідь про хід дій і побудові плану діяльності; побудова логічно зв'язних висловлювань в міркуваннях, обґрунтуваннях, формулюванні висновків).

Образотворче мистецтво - використання художніх засобів, моделювання з урахуванням художніх правил.

Технологія - вивчення найпростіших механізмів та машин, конструювання та моделювання. Випробування найпростіших механізмів.

Завдання занять:

- 1) ознайомлення з основними принципами механіки;
- 2) ознайомлення з основами програмування в комп'ютерному середовищі моделювання LEGO;
- 3) розвиток вміння працювати за запропонованими інструкцій;
- 4) розвиток вміння творчо підходити до вирішення завдання;
- 5) розвиток вміння довести рішення задачі до працюючої моделі;
- 6) розвиток вміння викладати думки в чіткій логічній послідовності, відстоювати свою точку зору, аналізувати ситуацію і самостійно знаходити відповіді на питання шляхом логічних міркувань;
- 7) розвиток вміння працювати над проектом в команді, ефективно розподіляти обов'язки;
- 8) підготовка до змагань з Лего-конструювання;

Учні отримають можливість навчитися:

- 1) працювати в групі;
- 2) вирішувати завдання практичного змісту;
- 3) моделювати і досліджувати процеси;
- 4) переходити від навчання до навчання;

Одне з головних умов успіху навчання дітей і розвитку їх творчості - це індивідуальний підхід до кожної дитини. Важливий і принцип навчання і виховання в колективі. Він передбачає поєднання колективних, групових, індивідуальних форм організації на заняттях. Колективні завдання вводяться в програму з метою формування досвіду спілкування і почуття колективізму.

Планування уроків вказано у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Планування занять по WeDo 2.0

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
<b>Прості механізми</b>				
1	Поняття простого механізму. Загальні відомості про механізм, його складові елементи	Знайомство з механізмами передачі обертання (шків, зубчасті колеса і т.д.)	Вивчення нового	
2	Конструювання Робота-тягача (Основне завдання)	Виготовлення конструкції «Робот-тягач»	Практикум	1а. Робот-тягач 
3	Конструювання: Дельфіна (Творче завдання)	Виготовлення конструкції «Дельфін»	Практикум	1б. Дельфін 
4	Вали і осі. Шестерні і шків. Загальні відомості	Знайомство з механізмами передачі обертання і зміни його напрямку	Вивчення нового	
5	Конструювання: Гоночний автомобіль. (Основне завдання)	Виготовлення конструкції «Гоночний автомобіль»	Практикум	2а. Гоночний автомобіль 
6	Конструювання: Всюдихід (Творче завдання)	Виготовлення конструкції «Всюдихід»	Практикум	2б. Всюдихід 
7	Важелі. Загальні відомості	Знайомство з механізмом «Важелі»	Вивчення нового	4. Ходьба 
8	Конструювання: Жаба (Основне завдання)	Виготовлення конструкції «Жаба»	Практикум	4а. Лягушка 

## Продовження Таблиці 3.1 – Планування занять по WeDo 2.0

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
Прості механізми				
9	Конструювання: Горила (Творче завдання)	Виготовлення конструкції «Горила»	Практикум	 4b. Горила
10	Шків, ремінна передача. Загальні відомості	Знайомство з механізмом «Шків і ремінна передача»	Вивчення нового	 5. Вращение
11	Конструювання: Квітка (Основне завдання)	Виготовлення конструкції «Квітка»	Практикум	 5a. Цветок
12	Конструювання: Підйомний кран (Творче завдання)	Виготовлення конструкції «Підйомний кран»	Практикум	 5b. Подъемный кран

*Проект «Програвач»*

Це дуже захоплююче завдання, виконавши яке учні зможуть зіграти якусь веселу мелодію! Треба запропонувати учням програмно-апаратні рішення, які дозволять відтворювати тихі й голосні звуки, шум природи, ритми і мелодії. Ті, що навчаються можуть об'єднати свої проекти і створити музичну групу.

Навчальні цілі. В ході цього уроку учні досягнуть наступних результатів:

- 1) навчаються використовувати і розуміти процес інженерного проектування;
- 2) зможуть визначати конкретні завдання проекту;
- 3) сформують навик багаторазової коригування та вдосконалення проектних рішень;
- 4) вдосконалять комунікативні компетенції та навички і рішення задач.



Підготовка. У кожного учня є робочий лист для документування процесу проектування і конструювання проектного рішення. Для роботи також потрібно Базовий набір LEGO® Education WeDo 2.0 (рекомендується видати по одному набору кожній парі учнів).

Інші необхідні матеріали (додатково). Матеріали для моделювання, щоб додати «родзинку» до створюваним рішенням. Можна також використовувати наступні матеріали:

- 1) гумки;
- 2) синельний дріт;
- 3) невеликі музичні інструменти (наприклад, ксилофон, тамбурин, дзвіночки, тарілки, барабани, маракаси, впала-де-льювія);
- 4) пластикові або паперові стаканчики;
- 5) ключі або інші металеві предмети;
- 6) перероблені і природні матеріали;

Хід роботи:

1) введення і обговорення. Робочі листи і навчання самостійно інтерпретувати завдання;

2) визначення завдання. Обговорення, яке направило б дітей на вірний шлях або допомогло придумати проектне рішення. Після того як учні визначили свою задачу, вони зафіксували її на робочому аркуші. Щоб документувати і структурувати свою роботу над проектом, діти можуть використовувати робочі листи або власний метод ведення записів;

3) мозковий штурм. На початковому етапі учні повинні працювати незалежно один від одного або в парах, щоб за кілька хвилин знайти якомога більше способів вирішення завдання. В процесі мозкового штурму вони можуть використовувати кубики з набору LEGO® або робити начерки своїх ідей у відповідній області робочого листа. Потім учні можуть по черзі поділитися своїми ідеями з групою. Після того як всі ідеї будуть представлені, кожна група повинна вибрати одну або кілька найкращих. Треба допомогти учням визначити ту модель, яку вони зможуть зібрати самостійно. Заохочуйте

вибір різних проектних рішень. Групам не обов'язково конструювати одну і ту ж модель;

4) вибір кращої ідеї. Учні повинні визначити і записати в своїх робочих аркушах не більше трьох критеріїв оцінки успішності проектного рішення. Вони зможуть використовувати їх для аналізу і модернізації проекту;

5) створення проектного рішення. Учні повинні втілити в проектному рішенні одну з ідей, запропонованих їх робочою групою, за допомогою набору WeDo 2.0 і, при необхідності, з використанням інших матеріалів. Зверніть увагу навчаються на те, що вони не зобов'язані відразу створювати готову модель. У процесі роботи над проектом учні постійно перевіряють, аналізують і переглядають рішення, удосконалюючи модель в міру необхідності. Наприкінці уроку учні представили свої записи, зафіксували всі етапи створення проектного рішення (зробили ескізи і фотографії);

6) перегляд і модернізація рішення. Учні проводять випробування і оцінюють свої проекти відповідно з критеріями, визначеними перед початком роботи. Вони можуть робити замітки в робочому аркуші;

7) подання власного рішення. Виступ учнів перед класом. Хороший спосіб організувати виступи - розставити все створені моделі на великому столі. Якщо часу не так багато, створіть пари груп і розповісти про створених моделях один одному;

8) оцінка результатів. Учні оцінюють свою роботу над проектом в спеціальному розділі робочого листа відповідно до «Шкалою чотирьох кубиків»;

Приклади розв'язання задач.

Для початку роботи деяким учням потрібно трохи натхнення і додаткові матеріали.

Учні можуть самостійно вивчати Бібліотеку проектних рішень в ПЗ WeDo 2.0, щоб знайти ідеї для створення різних програваців.

Учні можуть модернізувати свої моделі, додаючи або прибираючи кубики і інші елементи LEGO® (Рис. 3.1)

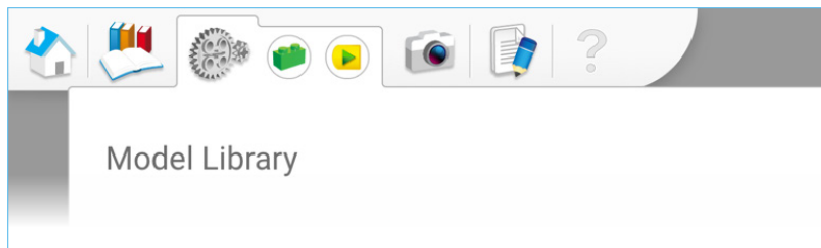


Рис. 3.1 - Панель задач WeDo

Поєднавши СмартХаб WeDo 2.0 з датчиком наближення WeDo 2.0 (Рис. 3.2), ви зможете створити приклад моделі простого програвача, який буде відтворювати різні звуки з відповідною бібліотеки програмного забезпечення WeDo 2.0. Учні також можуть записувати і відтворювати власні звуки і мелодії. (Рис. 3.3)



Рис. 3.2 – Електроніка WeDo



Рис. 3.3 – Блоки програмування WeDo

Учні можуть записувати власні звуки і відтворювати їх за допомогою створених ними програвачів. (Рис. 3.4)

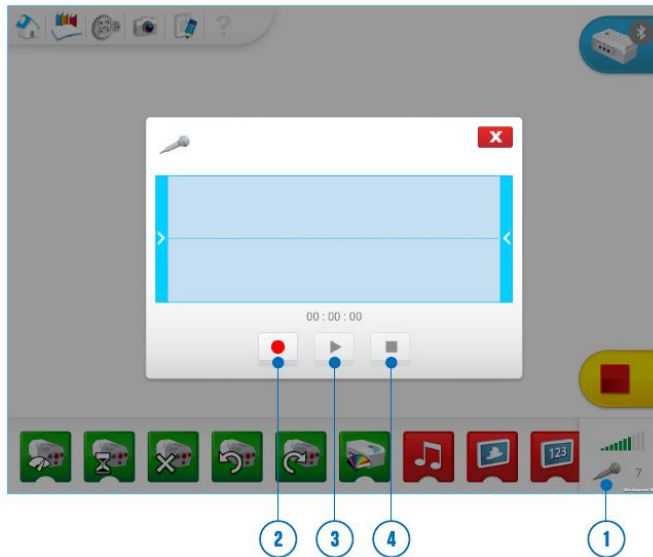


Рис. 3.4 – Запис звуку WeDo

Приклад запису звуку:

1) натисніть піктограму «Мікрофон», щоб відкрити вікно майстра запису звуку;

2) натисніть значок «Записати», щоб почати запис;

3) натисніть піктограму «Відтворити», щоб відтворити запис;

4) натисніть на значок «Зупинити», щоб зупинити запис;

Останній записаний звуковий семпл буде збережений в програмному блоці «Звук» під числовим кодом «0». (Рис. 3.5)



Рис. 3.5 – Блок програвання звуку

Приклади моделей наведені на рис 3.6:

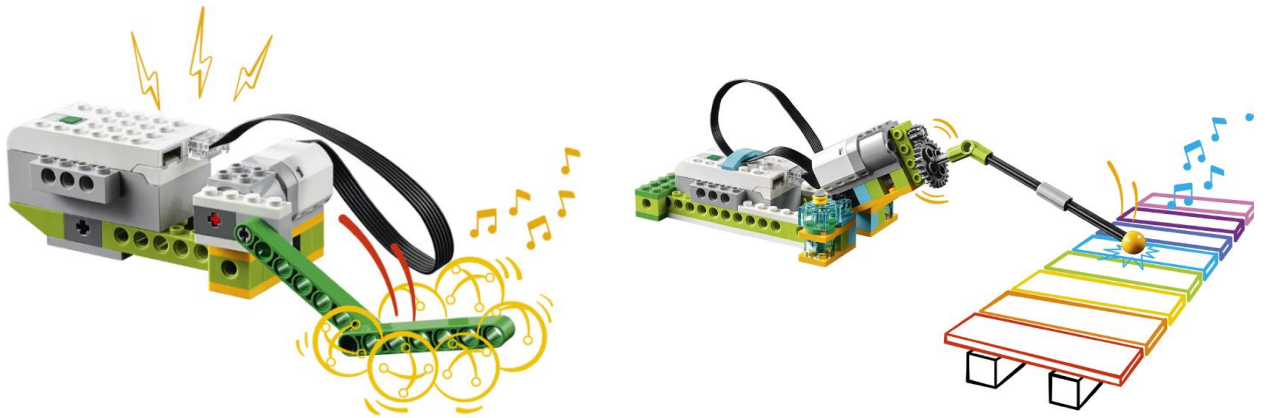


Рис. 3.6 – Приклади моделей WeDo

Зразок програми наведено на рис 3.7:



Рис. 3.7 – Зразок програми WeDo

Рефлексія. Як ви впоралися із завданням?

Інструкції: обведіть кубик, який показує, наскільки добре ви впоралися з роботою. Чим більше кубик, тим вище оцінка (Рис. 3.8):



Рис. 3.8 – Система оцінювання WeDo

Розкажіть, яку проблему вам вдалося вирішити...

Програмування на Scratch (рис. 3.9)

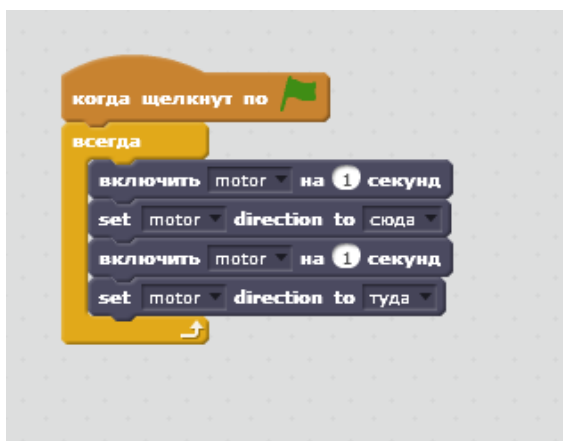


Рис. 3.9 – Приклад виконання задачі на Scratch

### 3.2. Робототехнічний освітній комплект WeDo 2.0 для середніх школярів

*Навчальна програма курсу «WeDo 2.0 Science».*

Життя сучасних дітей протікає в мінливому світі, який пред'являє серйозні вимоги до них. Курс «WeDo 2.0 Science» є міжпредметним модулем, де діти комплексно використовують свої знання. Міжпредметні заняття спираються на природний інтерес до розробки, будівництва і програмування різних механізмів. Різноманітність конструкторів Лего дозволяє займатися з учнями різного віку і з різних напрямів:

- 1) конструювання;
- 2) програмування;
- 3) моделювання фізичних процесів і явищ;

В основі курсу лежить цілісний образ навколишнього світу, який переломлюється через результат діяльності учнів. Конструювання як навчальний предмет є комплексним і інтегративним за своєю суттю, він передбачає реальні взаємозв'язки практично з усіма предметами початкової школи.

Спрямованість програми.

Справжній курс пропонує використання освітніх конструкторів LEGO і апаратно-програмного забезпечення як інструменту для навчання школярів конструюванню, моделюванню та комп'ютерному управлінню на заняттях.

Новизна програми

Робота з освітніми конструкторами LEGO дозволяє школярам у формі пізнавальної гри дізнатися багато важливих ідей і розвинути необхідні в подальшому житті навички. При побудові моделі зачіпається безліч проблем з різних областей знання - від теорії механіки до психології, - що є цілком природним.

Актуальність програми

Дуже важливим є тренування роботи в колективі і розвиток самостійного технічної творчості. Простота в побудові моделі в поєднанні з великими конструктивними можливостями конструктора дозволяють дітям в кінці уроку побачити зроблену своїми руками модель, яка виконує поставлене ними ж самими завдання.

Програмою передбачено, щоб кожне заняття було направлено на оволодіння основам програмування, моделювання та конструювання, на залучення дітей до активної пізнавальної та творчої роботи. Процес навчання будується на єдності активних і захоплюючих методів і прийомів навчальної роботи, при якій в процесі засвоєння знань, законів і правил у школярів розвиваються творчі начала.

Планування наведено у табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Планування задач на WeDo для середніх школярів

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
Складні механізми				
1	Мотор, тягове зусилля. Загальні відомості	Знайомство з поняттям «Мотор» Машина з приводом від мотора.	Вивчення нового	 6. Изгиб
2	Привід, передавальне зусилля, підйомник. Загальні відомості	Знайомство з поняттям «Вертушка. Приводний ремінь». Конструкція «Повідковий шлюз»	Вивчення нового	 6а. Поводковий шлюз
3	Конструювання: Риба	Виготовлення конструкції «Риба»	Практикум	 6б. Рыба
4	Конструювання: Вертоліт	Виготовлення конструкції «Вертоліт»	Практикум	 7а. Вертолет
5	Конструювання: Павук	Виготовлення конструкції «Павук»	Практикум	 7б. Паук
6	Конструювання: Вантажівка для переробки відходів	Виготовлення конструкції «Вантажівка для переробки відходів»	Практикум	 8а. Грузовик для переработки отходов
7	Конструювання: Сміттевоз	Виготовлення конструкції «Сміттевоз»	Практикум	 8б. Мусоровоз
8	Конструювання: Гусениця	Виготовлення конструкції «Гусениця»	Практикум	 10а. Гусеница



Продовження Таблиці 3.2 – Планування задач на WeDo для середніх школярів

№	Тема	Ціль	Форма	Ескіз завдання
Складні механізми				
9	Конструювання: Богомол	Конструювання: Богомол	Практикум	
10	Конструювання: Пристрій сповіщення	Виготовлення конструкції «Пристрій сповіщення»	Практикум	
11	Конструювання: Міст	Виготовлення конструкції «Міст»	Практикум	
12	Рульовий механізм. Конструювання: Вилучений підйомник	Виготовлення конструкції «Вилучений підйомник»	Практикум	
13	Конструювання: «Снігоочищувач»	Виготовлення конструкції «Снігоочищувач»	Практикум	
14	Конструкції типу «Трал». Конструювання: Очисник моря	Виготовлення конструкції «Очисник моря»	Практикум	
15	Конструювання: Підмітально-прибиральна машина.	Виготовлення конструкції «підмітально-прибиральна машина»	Практикум	
16	Конструювання моделі зі зміною напрямку руху	Виготовлення конструкції «Вимірювання»	Практикум	

### Проект «Запобігання повені»

Підготовчий етап:

- 1) ознайомлення з проектом;
- 2) визначення впровадження проекту: використання матеріалу, що відноситься до теми проекту WeDo 2.0: відео, розповідь тощо;
- 3) визначення кінцевого результату цього проекту: параметри для подання та створення документа;

Протягом століть люди створювали пристрої, що запобігають затоплення населених пунктів водою (рис. 3.2.1):

- 1) погода приносить різні типи опадів протягом року;
- 2) іноді буває так багато води, що річки і струмки не можуть утримувати все це;
- 3) ерозія - це природне явище, яке часто трапляється в районах, де багато опадів;
- 4) floodgates - це пристрої, які пропускають воду вниз за течією в каналах або річках;
- 5) коли відбувається регулярне осадження, шлюзи відкриті, щоб підтримувати рівень пласта на низькому рівні;
- 6) під час високих опадів шлюзи закриваються, щоб заповнити резервуар додатковою водою. (Рис. 3.10);

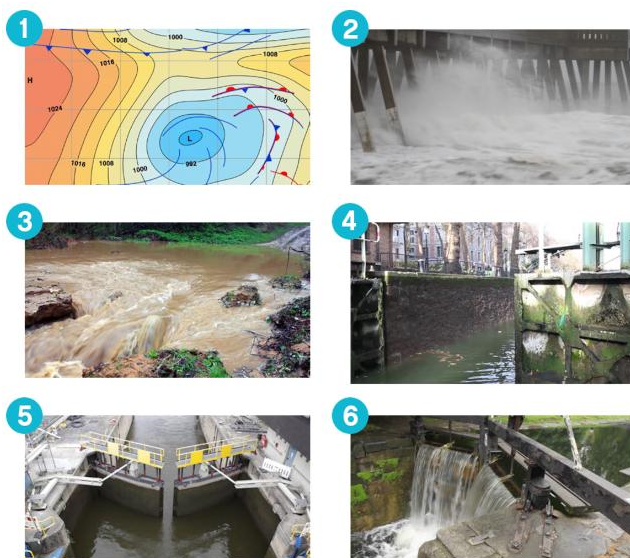


Рис. 3.10-Пристрої запобігання потопів

Можна порівняти ідею шлюзів із заповненням ванни:

1) відкривання дверей дозволить більше води спускатися вниз або з крана в ванну, а потім в каналізацію;

2) закриття шлюзів повністю зупинить воду від зливу і створить потік вгору за течією - або наповнить вашу ванну;

Завдання і питання для обговорення:

1) опишіть рівні опадів за кожен сезон в вашому районі, використовуючи гістограму;

2) відповідь на це питання буде залежати від вашого місця розташування. Використовуйте описові слова, такі як дощ, сезон дощу і повені. Бар повинен показувати високі, низькі або середні опади;

3) як опади впливають на рівень води в річці?;

4) опади не є єдиним чинником, що впливає на рівень води в річках, але в цілому:

a) високі опади підвищують рівень води;

b) низька кількість опадів знижує рівень води;

5) вкажіть способи запобігання повені;

Існує безліч способів запобігання повеней: дайки, греблі, окопи, лісовідновлення тощо;

6) уявіть пристрій, який може запобігти повінь;

7) відповідь на це питання буде направляти учнів до процесу проектування;

8) що таке водна ерозія?;

Водна ерозія - природний процес, за допомогою якого вода змінює форму землі.

9) як ця гістограма відрізняється від одного в вашому регіоні?;

Відповідь на це питання буде залежати від місця розташування учня.

#### Етап конструювання, моделювання і програмування

Проектування і створення шлюзу. Ворота можна закрити і відкрити за допомогою двигуна. У модулі, використовується конічна передача. Цей

конічний редуктор може змінювати вісь обертання, дозволяючи відкривати і закривати шлюз. (Рис. 3.11)



Рис.3.11- Модель шлюзу WeDo

Програмування моделі для відкриття і закриття шлюзу.

Ця програма відобразить зображення відкриття шлюзу і поверне двигун в одну сторону на 2 секунди. Потім він відобразить зображення закриття шлюзу і поверне двигун на інший спосіб протягом 2 секунд. (Рис. 3.12)



Рис. 3.12 – Програма для шлюзу

### Автоматизація шлюзу

Використовуючи цю модель, учні повинні мати можливість додавати датчики в модель, щоб змусити шлюз реагувати на навколишнє середовище. Вони повинні розглянути хоча б один з наступних варіантів:

- 1) встановіть ручку датчика нахилу для управління воротами. Ручка датчика нахилу дозволяє оператору на землі відкривати і закривати двері;
- 2) додайте датчик руху, щоб виявити висхідну воду. Датчик руху дозволяє відкривати і закривати двері відповідно до рівня води. Використовуйте ваші руки або цеглини LEGO, щоб імітувати різні рівні води;

3) додайте вхід звукового датчика, щоб активувати аварійний протокол. Екстрений протокол може використовуватися для відтворення звуку, миготіння вогнів, відправки текстового повідомлення або закриття шлюзів;

Важливо відзначити, що, оскільки модель шлюзу буде варіюватися в залежності від вибору учня, для цієї частини проекту немає навчальних інструкцій або зразків програм.

Розробіть додаткові рішення. Майте на увазі, що ці завдання поширюються на завдання попереднього розділу і призначені для більш дорослих або більш просунутих учнів.

Повінь і ерозія.

1) намалюйте карту розташування шлюзу, включаючи земельні та річкові райони:

a. попросіть ваших учнів створити карту або зображення річки з іншими елементами, такими як гори, долини, міста тощо;

b. попросіть їх описати де може використовуватися шлюз;

c. попросіть їх проілюструвати, звідки йде вода і куди вона йде;

2) знайдіть інше використання для шлюзу;

Ви можете використовувати шлюз в інших ситуаціях, ніж потік. Попросіть ваших учнів подумати про воротах або двері взагалі.

Пропозиція про співпрацю.

Запуск шлюзу також можна використовувати в сценарії навігації по каналу. З'єднайте команди, щоб вони могли проілюструвати, що може статися в послідовності транспортування човна.

3) запрограмуйте два шлюзу для контролю переміщення води в і з річки;

Попросіть ваших учнів описати і запрограмувати послідовність дій для роботи шлюзів.

Програмування на Scratch (Рис. 3.13)

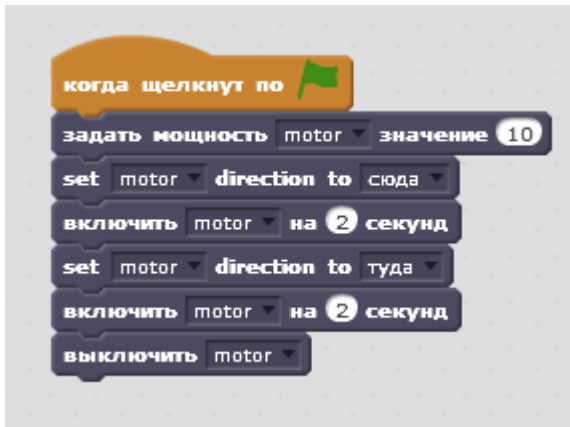


Рис. 3.13 – Програма для шлюзу на Scratch

### 3.3 Робототехнічний освітній комплект LEGO® MINDSTORMS® EV3 для середніх і старших школярів

#### *Навчальна програма LEGO® Education*

Одна з основних проблем освоєння шкільного курсу інформатики та в першу чергу програмування полягає в переважно теоретичному характері вивчення змісту, яке насправді тісно пов'язаний з нашим повсякденним життям. Створення освітніх середовищ, в яких можна надати процесу навчання інтерактивний характер, пов'язати досліджуваний матеріал з вирішенням практичних завдань і тим самим мотивувати учнів, дозволяє істотно підвищити ефективність освітнього процесу. Візуальне середовище програмування робототехнічних моделей LEGO- дозволяє не тільки спростити і зробити зрозумілим і доступним кожному процес створення алгоритмів, але і з'єднати його з захоплюючою справою конструювання різноманітних автоматизованих пристроїв і моделей (в тому числі роботів). Інтеграція робототехніки в процес вивчення інформатики є вельми актуальне завдання, оскільки дозволяє з'єднати воедино інформаційні та матеріальні технології, вивчаються найчастіше у відриві один від одного.

Використовуючи навчально-методичний комплекс, можна сформувати у дітей розуміння важливості програмування для вирішення найрізноманітніших

завдань повсякденного життя. Ті, що навчаються придбають практичний досвід використання декількох мов програмування, проведення експериментів і досліджень.

Планування наведено у табл 3.3

Таблиця 3.3 – Планування уроків EV3

<i>Заняття</i>	<i>Завдання</i>	<i>LEGO® Education</i>	<i>Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції</i>
1 Виконання розвороту в три прийоми	Створення в середовищі візуального програмування EV3 програми розвороту в три прийоми. Введення в програмування. Прості переміщення автономного рухається робота і повороти.	Поняття: виконавець, управління, сигнал, зворотний зв'язок, комп'ютер і мікроконтролер - пристрої управління, програмне керування, алгоритм, лінійний алгоритм, Складання алгоритмів і програм з управління виконавцями. Словесний опис алгоритмів. Опис алгоритму за допомогою блок-схем.	- Управління рухом - Блок - Ультразвуковий датчик - Звук
2 Використання ROBOTC для програми	Створення програми розвороту в три прийоми на мові текстового програмування Robotic. Порівняння текстового і візуального програмування. Учні складають текстові програми.	Алгоритмічна мова програмування. Системи програмування. Запис алгоритмічних конструкцій у вибраній мові програмування. Знайомство з документуванням програм. Складання опису програми за зразком.	Управління рухом - Блок - Ультразвуковий датчик - Звук

## Продовження Таблиці 3.3 – Планування уроків EV3

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
3 Рух робота заднім ходом	Складання програми управління роботом, який при зіткненні з перешкодою здає назад. Використання програмних блоків для відображення графічного і світлового стану мікрокомп'ютера EV3. Попереджувальні знаки на автомобілях.	Робототехніка - наука про розробку і використання автоматизованих технічних систем. Автономні роботи. Сигнал. Зворотній зв'язок: отримання сигналів від цифрового датчика торкання. Автономні рухомі роботи. Виконавчі пристрої, датчики. Система команд робота. Конструювання робота. Моделювання робота. Ручне і програмне керування роботами.	-Рульове управління - Блок - Датчик дотику
4 Освітлення шляху	Програмування роботи автоматичних фар: включення "фари" при настанні "темряви" і вимикання, коли знову стане "світло". Вивчення роботи датчика кольору. Налаштування освітленості. Автоматичні фари на автомобілях і автоматичне керування вуличним освітленням.	Конструкція «розгалуження». Умовний оператор: повна і неповна форми. Прості і складові умови. Запис складових умов. Конструкція «повторення»: цикли з заданим числом повторень, з умовою виконання, зі змінною циклу. Зворотній зв'язок: отримання сигналів від цифрового датчика кольору (освітленості). Реалізація алгоритму «включення світла при зменшенні освітленості».	- Очікування - Датчик кольору - Відображення на дисплеї - Час - Цикл - Датчик дотику - Переривання циклу - Багатозадачність



## Продовження Таблиці 3.3 – Планування уроків EV3

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
5 Світлофори і автоматизовані рейкові системи	Програмування розпізнавання червоного кольору і зупинки колісного робота при червоному сигналі світлофора і відновлення руху при зеленому сигналі. Застосування датчика кольору для розпізнавання кольорів системи LEGO® і інтенсивності відбитого світла. Програмування руху по лінії. Автомобільний автопілот.	Зворотній зв'язок: отримання сигналів від цифрового датчика кольору. Приклади роботизованих систем (система управління рухом в транспортній системі, автономна система керування транспортним засобом). Конструкція «розгалуження». Умовний оператор: повна і неповна форми. Конструкція «повторення»: цикли з заданим числом повторень, з умовою виконання, зі змінною циклу.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Очікування</li> <li>- Датчик дотику</li> <li>-</li> <li>Ультразвуковий датчик</li> <li>- Дисплей</li> <li>- Час</li> <li>- Датчик дотику</li> <li>-Кнопки інтелектуального блоку</li> <li>- Логіка</li> <li>- Перемикач</li> <li>- Цикл</li> <li>- Рух і рульове управління</li> </ul>
6 Звуковий сигнал заднього ходу	Програмування колісного робота з подачею попереджувальних гудків при наближенні до перешкоди і потім автоматичну зупинку на заданій відстані. Вивчення роботи ультразвукового датчика. Принципи роботи систем автомобільних парктроників.	Зворотній зв'язок: отримання сигналів від ультразвукового датчика відстані. Приклади роботизованих систем (савтономная система керування транспортним засобом). Освоєння можливості перенесення показань з одного блоку в інший через канал передачі даних.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Рух і рульове управління</li> <li>- Очікування</li> <li>-</li> <li>Ультразвуковий датчик</li> <li>- Цикл</li> <li>- Математика</li> <li>- Звук</li> </ul>

Продовження Таблиці 3.3 – Планування уроків EV3

Заняття	Завдання	LEGO® Education	Розглянуті програмні блоки EV3 і конструкції
7 Запуск двигуна автомобіля без ключа	Програмування запуску двигуна колісного робота при одночасному виконанні трьох умов: спрацьовування датчиків торкання і відстані. Вивчення принципу роботи систем автоматичного запуску автомобіля без ключа.	Висловлювання. Прості і складні висловлювання. Діаграми Ейлера-Венна. Логічні операції: «і» (кон'юнкція, логічне множення), «Або» (диз'юнкція, логічне додавання), «не» (логічне заперечення). Правила запису логічних виразів. Пріоритети логічних операцій. Використання блоку логіки в поєднанні з блоком перемикачів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Очікування</li> <li>- Датчик дотику</li> <li>-</li> <li>- Ультразвуковий датчик</li> <li>- Дисплей</li> <li>- Час</li> <li>- Датчик дотику</li> <li>-Кнопки інтелектуального блоку</li> <li>- Логіка</li> <li>- Перемикач</li> <li>- Цикл</li> <li>- Рух і рульове управління</li> </ul>
8 Круїз-контроль	Програмування прискорення і уповільнення колісного робота при натисканні на один з двох датчиків торкання. Вивчення принципу роботи системи круїз-контролю автомобіля.	Оператор присвоєння. Подання про структурах даних. Константи і змінні. Змінна: ім'я та значення. Типи змінних: цілі, речові, символічні, рядкові, логічні. Конструкція «розгалуження». Умовний оператор: повна і неповна форми. Виконання і невиконання умови (істинність і хибність висловлювання). Розробка багаторівневих програм. Підпрограма.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Очікування</li> <li>- Датчик дотику</li> <li>- Цикл</li> <li>- Перемикач</li> <li>- Змінна</li> <li>- Математика</li> <li>- Рух і рульове управління</li> <li>- Мої блоки / підпрограми</li> </ul>

### *Проект «Автономне паркування»*

Дизайнерські автомобілі, які можуть безпечно припаркуватися без втручання водія. До початку роботи за програмою можна подивитися відеосюжет з розповіддю про автомобіль BMW, оснащеним автопілотом. (Рис. 3.14)

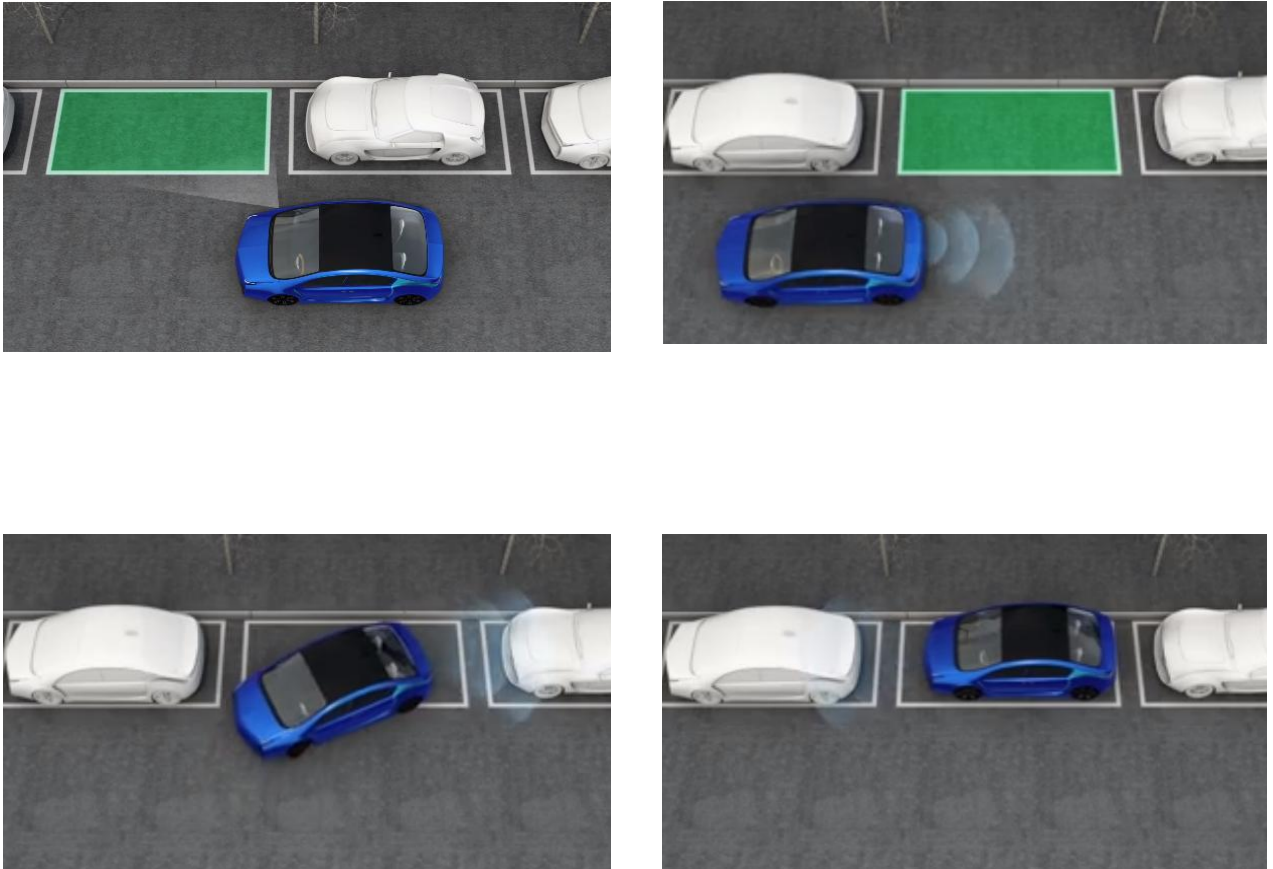


Рис. 3.14 – Паркування автомобіля

### Завдання

Робота з ультразвуковим датчиком і принципи роботи паркувальних датчиків (датчиків, які представляють застережливий звуковий сигнал при наближенні до перешкоди).

У процесі вирішення завдань будуть створені програми, що імітують роботу датчиків парковки, якими обладнані сучасні автомобілі. Остання із завдань передбачає складання програми, яка подає попереджувальні звукові сигнали,

частота повторення яких повинна зростати в міру наближення робота до перешкоди.

Навчаються потрібно ряд методів програмування і програмних блоків, включаючи паралельне

програмування (багатозадачність), цикли і перемикачі. Також вони дізнаються про математичному блоці і каналах передачі даних.

### Результати

Учні повинні придбати такі знання і вміння:

1) розуміння, що за допомогою алгоритмів можна виконувати певну послідовність команд;

2) розширення знань про булевої логіки і її застосування;

3) використання блоку очікування для програмування датчика кольору;

4) розуміння принципу роботи ультразвукового датчика за рахунок відбиття хвиль від предметів і вміння програмувати датчик на визначення відстані;

5) програмування колісного робота на задній хід, подачу звукового сигналу на певній відстані від об'єкта, а також на зупинку на заданій відстані від цього об'єкта;

6) розширене розуміння блоку циклу;

7) вивчення поняття перемикача і його використання для команд "істинно" і "помилково";

8) освоєння математичних програмних блоків і функцій;

9) освоєння можливості перенесення показань з одного блоку в інший через канал передачі даних;

### Завдання 1

Для рішення завдання необхідно скласти програму, яка змусить колісного робота випускати звуковий сигнал при наближенні до перешкоди під час заднього ходу.

Чим ближче колісний робот під'їжджає до перешкоди, тим частіше повинні ставати гудки. Робот повинен зупинятися автоматично при досягненні певної відстані від перешкоди.

Попереджувальні гудки (і особливо їх частота) генеруються завдяки математичному блоку і каналу передачі даних.

Учні повинні прикріпити ультразвуковий датчик до заднього торця базової моделі.

При виконанні даної вправи навчаються повторюють матеріал по паралельному програмуванню (багатозадачності). Можна нагадати їм, як перетягувати зображення каналу передачі даних від блоку пуску для активації такої можливості.

Такий принцип роботи вказано в алгоритмі на рис.3.15 та на рис.3.16

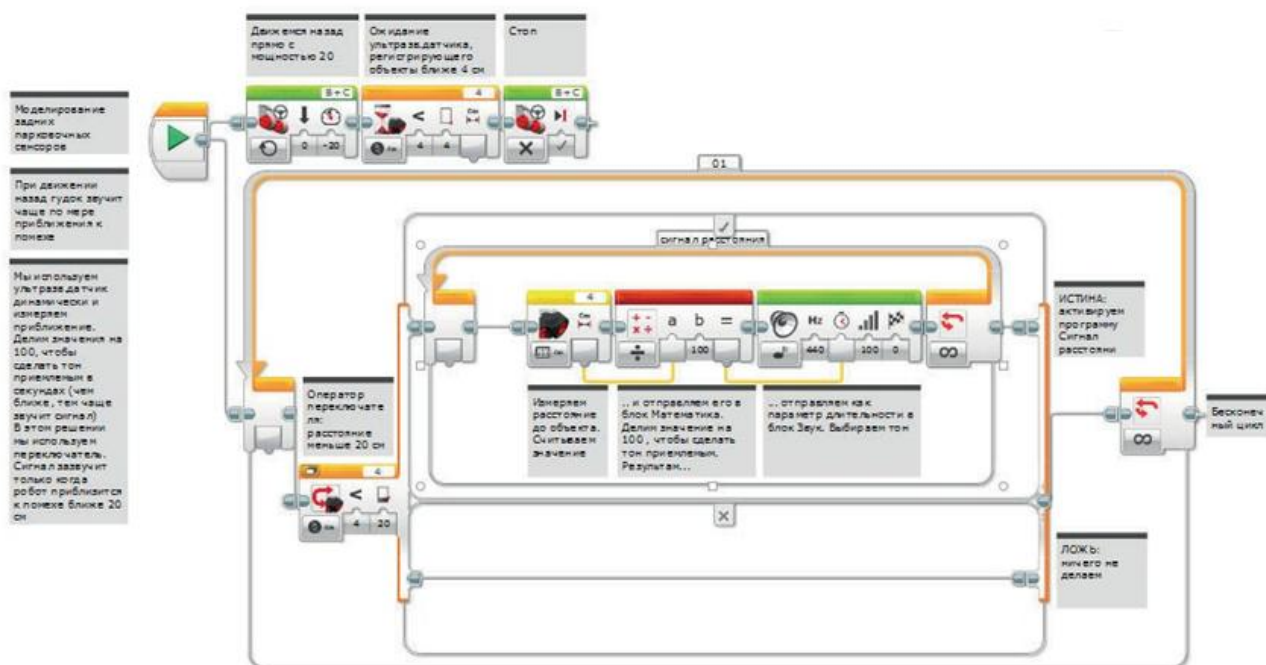


Рис.3.15 – Виконання програми для попередження до об'єкта

```

Activity6_1.c
1  #pragma config(StandardModel, "EV3_REMOT")
2  /**!!Code automatically generated by 'ROBOTC' configuration wizard      !**//
3
4  /*
5  Create a program to drive the robot backwards with a warning beep getting quicker
6  as the Ultrasonic Sensor sees an approaching object. The robot stops when a distance
7  of less than 4cm is reached.
8  */
9
10 task distanceBeeper()
11 {
12     while(true)
13     {
14         //Start playing a tone (in tens of milliseconds).
15         playTone(440, getUSDistance(sonarSensor));
16
17         // Delay while the sound plays.
18         while(bSoundActive)
19         {
20             sleep(10);
21         }
22
23         //Add 50ms of "silence" to avoid a constant tone.
24         sleep(50);
25     }
26 }
27
28 task main()
29 {
30     //Start the "distance beeper" task.
31     startTask(distanceBeeper);
32
33     // Set the motor speed.
34     setMotorSpeed(motorB, -20);
35     setMotorSpeed(motorC, -20);
36
37     // Wait while the distance is great than 4.
38     while(getUSDistance(sonarSensor) >= 4)
39     {
40         sleep(10);
41     }
42 }
43

```

Рис. 3.16- Виконання програми на C++

## Завдання 2

Колісні роботи повинні діяти дуже схоже на реальні автомобілі під час руху заднім ходом.

Гудки повинні починатися на певній відстані від перешкоди, при цьому робот повинен зупинятися на заданій відстані.

Коли автомобілі здають назад і зупиняються, вони виконують таку дію, яка їх колісні роботи поки виконати не можуть - вони сповільнюють хід у міру наближення до перешкоди, і при гальмуванні застережливий звуковий сигнал вимикається. Таким чином, необхідно вдосконалити програму з включенням в неї цих двох функцій. Для цього слід використовувати ще один математичної блок і зв'язати ультразвуковий датчик зі швидкістю, щоб він ініціював уповільнення ходу колісного робота в міру скорочення відстані до перешкоди.

Також потрібно блок переривання циклу, який вимкне звуковий сигнал при зупинці колісного робота.

Реалізація проекту на рис.3.17 та на рис.3.18

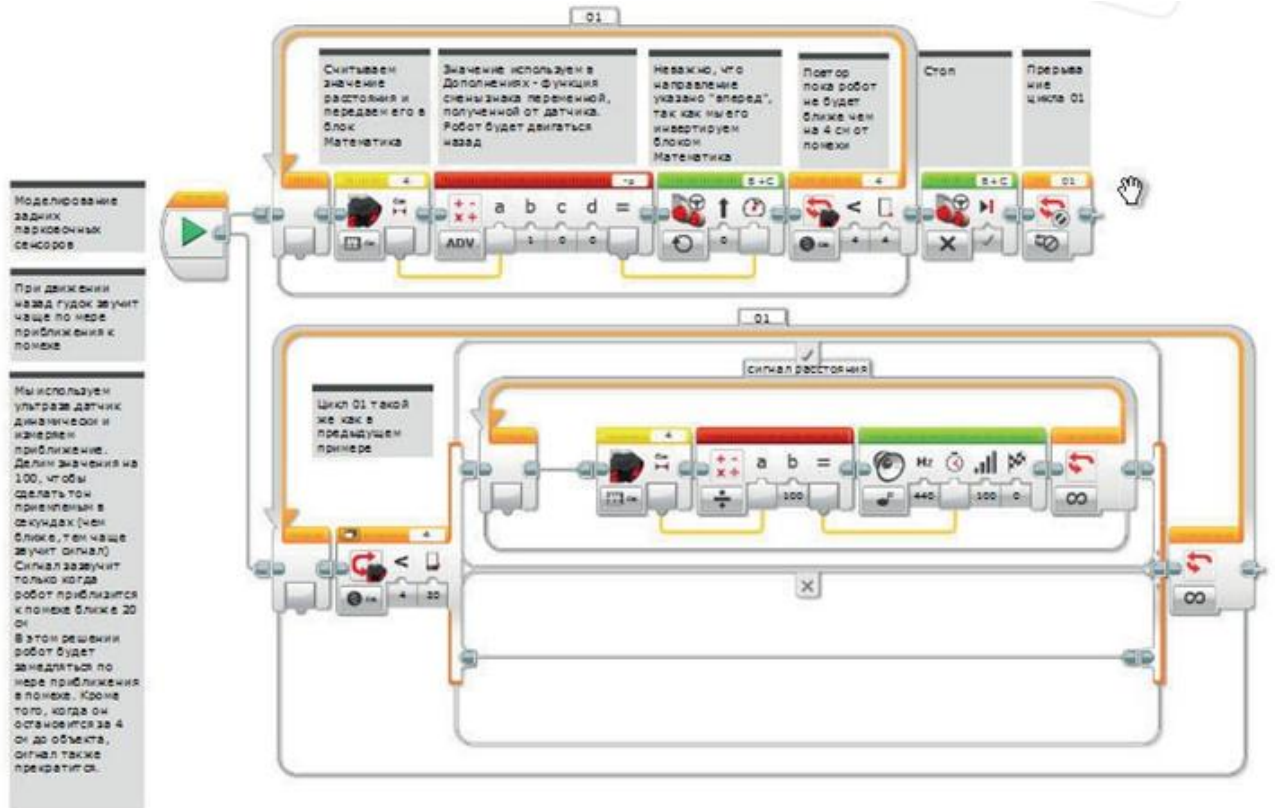


Рис. 3.17 – Їзда назад та попередження перешкоди

```

1  #pragma config(StandardModel, "EV3_REMBOT")
2  /**!!Code automatically generated by 'ROBOTC' configuration wizard  !!*/
3
4  /*
5  Create a program to drive the robot backwards with a warning beep
6  getting quicker as the Ultrasonic Sensor sees an approaching object.
7  The beep only sounds at a distance less than 20cm. The robot
8  slows down as it nears the object. The robot stops when a distance
9  of less than 4cm is reached as does the beeper.
10 */
11
12 task distanceBeeper()
13 {
14     while(true)
15     {
16         if (getUSDistance(sonarSensor) < 20){
17
18             //Start playing a tone (length determined by distance).
19             playTone(440, (getUSDistance(sonarSensor)));
20
21             //Delay for the length of the tone.
22             //Wait while the sound is playing.
23             while (bSoundActive)
24             {
25                 sleep(10);
26             }
27
28             //Add 50ms of "silence" to avoid a constant tone.
29             sleep(50);
30         }
31     }
32 }
33
34 task main()
35 {
36     //Start the "distance beeper" task.
37     startTask(distanceBeeper);
38
39     while(SensorValue(sonarSensor) >= 4)
40     {
41         setMotorSpeed(motorB, -getUSDistance(sonarSensor));
42         setMotorSpeed(motorC, -getUSDistance(sonarSensor));
43         sleep(50);
44     }
45
46     //Set motor speed to 0 and stop the distanceBeeper loop.
47     setMotorSpeed(motorB, 0);
48     setMotorSpeed(motorC, 0);
49     stopTask(distanceBeeper);
50 }
51

```

Рис. 3.18 – виконання програми на C++

### 3.4 Робототехнічний освітній електронний конструктор Arduino для старших школярів

Електронний конструктор Arduino - це зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Програмується на спеціальній мові програмування, який заснований на C / C ++. Роботу створеного алгоритму учні можуть перевірити на фізичному пристрої. Платформа Arduino дозволяє не просто збирати всілякі електронні пристрої та їх програмувати, але і проводити



експериментальні і дослідні лабораторні роботи, що стимулюють пізнавальну активність учнів. В заняття повинні входити такі основні принципи навчання:

1) принцип Парето. у якому 80% уроку - це практика. Де кожен учень відповідає за свій результат і працює зі своїм набором (персональний комп'ютер та набір Arduino);

2) наочність. Кожен учень бачить результат роботи свого коду. Звідси приходить і мотивація і розуміння програмування. Програма не залишається десь в комп'ютері, вона виконується, і робот або пристрій виконує поставлену задачу;

3) один урок - один пристрій. В кінці кожного уроку, кожен учень матиме, може спочатку і простий, але робочий пристрій. Сигналізацію або парктроник, тобто щось цікаве і корисне. Це дає мотивацію довести програму до кінця;

4) горизонтальна підзвітність. В кінці уроку діти завжди бачать, у кого пристрій працює, а кому ще потрібно постаратися. Це дозволяє підвищувати мотивацію кожної дитини і його прагнення до знань;

#### *Проект - «Arduino. Введення в робототехніку»*

Спочатку треба розповісти дітям план уроку, по якому вчитель буде йти протягом уроку. Це потрібно для того, щоб діти бачили свою задачу та з'явилось уявлення про результат.

План уроку:

- 1) основи електротехніки;
- 2) введення в Arduino;
- 3) платформа Arduino Uno;
- 4) функції та принцип роботи світлодіода;
- 5) призначення резистора;
- 6) типи сполучних проводів;
- 7) кнопка: призначення і спосіб підключення;

Теорія подається у вигляді наочного матеріалу, використання міжпредметних зв'язків і фізичних процесів. Розглянуті схеми обов'язково повинні бути підкріплені різноманітними картинками, наприклад:

Основи електротехніки. У чому ж полягає суть електрики? Суть електрики зводиться до того, що потік заряджених частинок рухається по провіднику в замкнутому ланцюзі від джерела струму до споживача. (Рис. 3.19)



Рис. 3.19 – Замкнутий ланцюг в електриці

### Постановка і виконання задач

Задач повинно бути більше одної, якщо хтось виконав раніше, то йому дають наступне завдання. Результатом завдання повинен бути готовий невеликий проект, пристрій який виконує поставлену задачу. Добре, якщо одно із завдань буде ще у виді якоїсь гри, так у школяра з'явиться ще більший стимул на його виконання.

### Завдання

- 1) вмикати світлодіод після натискання на кнопку;
- 2) при натисканні на кнопку світлодіод змінює стан;
- 3) гра на швидкість реакції. Підключити ще один світлодіод і кнопку. Коли загоряється світлодіод - потрібно натиснути на кнопку. Хто швидше натиснув той і переміг;
- 4) підключити 2 кнопки так, щоб світлодіод включався, тільки коли вони натиснуті одночасно;

### Приклад відповіді на завдання

Вчитель демонструє правильне підключення пристрою до Arduino (Рис. 3.20)

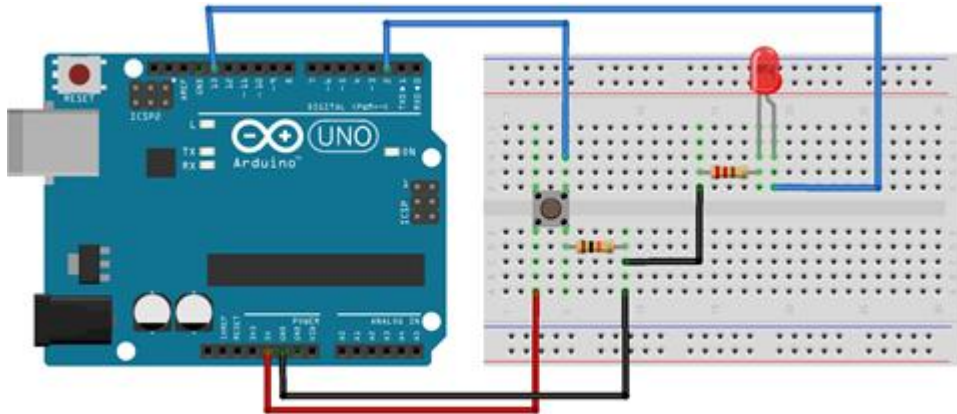


Рис. 3.20 – підключення кнопки та світлодіода

Після того, як діти все підключили, вчитель розповідає про алгоритм роботи програми (Рис. 3.21)

```

Button | Arduino 1.8.5
Файл Правка Скетч Інструменти Помощь
Button $
1 void setup() // Функція викликається тільки один раз, коли вмик. Arduino
2 {
3   pinMode(13, OUTPUT); // вказуємо в якому режимі буде працювати порт
4   pinMode(2, INPUT);
5 }
6
7 void loop() {
8   if (digitalRead(2) == HIGH) // робимо умову, коли стан порту буде високий, то
9   {
10    digitalWrite(13, HIGH); // світлодіод горить
11  }
12  else
13  {
14    digitalWrite(13, LOW); // інакше світлодіод НЕ горить
15  }
16 }

```

Рис. 3.21 – Алгоритм рішення задачі

Після виконання завдань, під кінець уроку, розглядаються запитання, які треба задавати групі учнів. Таким чином, буде закріплення пройденного матеріалу, а також сам школяр, який відповів на запитання, побачить, що саме він засвоїв за урок.

Запитання для учнів:

- 1) що таке електричний струм?;

- 2) що таке замкнута ланцюг?;
- 3) що таке світлодіод і як його підключити?;
- 4) для чого потрібен резистор?;
- 5) для чого потрібна кнопка і як її підключити?;
- 6) яких типів бувають дроти?;

### *Проект – «Лічильник»*

Як і в першому прикладі спочатку треба розповісти дітям за план урока.

#### План урока:

- 1) розглянути принцип роботи семисегментний індикатора ;
- 2) розібрати організацію циклів в C ++;
- 3) ознайомитися з принципами бездротової передачі сигналів;
- 4) принцип передачі даних за допомогою інфрачервоного випромінювання;
- 5) робимо власну «вибухівку» із популярної гри (Створення прототипу лічильника з дистанційним керуванням);

#### Теоретична частина проекту «Лічильник» (Рис. 3.22)

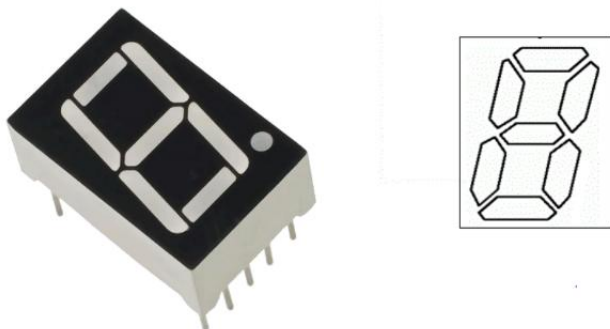


Рис. 3.22 - Семисегментний індикатор

Якщо вашому додатку на Arduino необхідно відображати тільки цифри, подумайте про використання семисегментний індикатора. Семисегментний індикатор має сім світлодіодів, розташованих у формі вісімки. Він простий у використанні і економічний у плані вартості. Семисегментні індикатори бувають двох типів: з загальним анодом і загальним катодом. Внутрішня

структура обох типів майже однакова. Різниця полягає в полярності світлодіодів і загальному висновку. У семисегментний індикаторі із загальним катодом (такий ми використовували в експериментах) катоди всіх семи світлодіодів і світлодіоди точки підключені до виводів 3 і 8. Щоб використовувати такий індикатор, нам необхідно підключити корпус до виводів 3 і 8 і подати +5 на інші висновки, щоб окремі світлодіоди загорілися.

### Завдання для учнів:

- 1) вмикнути все світлодіоди семисегментний індикатора;
- 2) зробити функції для відображення цифр від 0 до 9;
- 3) зробити лічильник, який рахує до 9. Кожну секунду змінюється символ семисегментного індикатора від 0 до 9;
- 4) збільшувати лічильник на 1, при прийомі даних з пульта;
- 5) годинники. Зробити годинник, що показує хвилини і секунди;
- 6) годинникова вибухівка. Підключити кнопку, яка буде активувати годинниковий механізм (таймер вважає від 9 до 0). В випадку вдалого «вибуху» спрацьовує зумер, для деактивації використовується ІК пульт дистанційного керування;

### Приклад виконанного завдання № 3

Зробити лічильник, який рахує до 9. Кожну секунду змінюється символ семисегментного індикатора від 0 до 9. (Рис. 3.23)

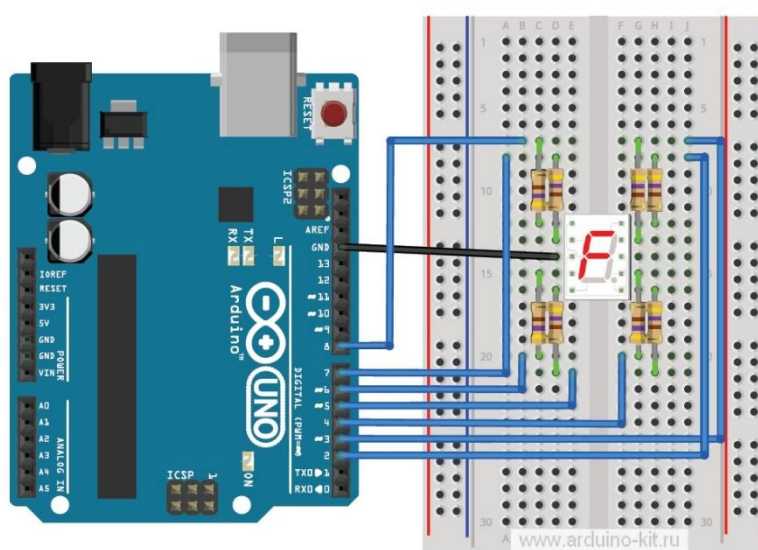


Рис. 3.23 –Підключення Семисегментного індикатора

```

void setup() {
  for(int i = 2; i < 10; i++)
    pinMode(i, OUTPUT);
}

void loop() {
  counter();
}

void counter()
{
  num0();
  delay(1000);
  num1();
  delay(1000);
  /*--//--*/
  num9();
  delay(1000);
}

```

Рис. 3.24 – Рішення завдання № 3

Останні 10 хвилин уроку, для закріплення пройденного матеріалу, треба підводити висновки на основі запитань для учнів.

Запитання для учнів:

- 1) для чого використовується 7-сегментний індикатор?;
- 2) як підключається 7-сегментний індикатор?;
- 3) як вивести цифру 2 на 7-сегментний індикатор?;
- 4) за яким принципом працює пульт дистанційного керування?;
- 5) як підключити ІК приймач до Arduino?;

*Проект – «Заключне заняття»*

У цьому прикладі не буде використовуватися план уроку, але вчителю треба розповісти про важливість закріплення усіх пройдених матеріалів.

Школяр буде сам, ґрунтуючись на отриманні знання, виконувати завдання. Тобто, заключне заняття має на увазі самостійну роботу. Дуже добре буде, якщо діти будуть допомагати один одному, так вони будуть працювати в

команді, але викладачу треба слідкувати, щоб один школяр не робив за іншого всі завдання.

Завдання для учнів:

- 1) включати світлодіод після натискання на кнопку;
- 2) на відсутності світла включити світлодіод;
- 3) вивести в монітор порту «Hello, world»;
- 4) виводити на екран, введені дані через serial;
- 5) значення з сонара виводити на дисплей;
- 6) зробити управління машинкою. З інтервалом в 0,5 с змінювати напрямок руху;
- 7) парктронік. Зупинитися на відстані 12 см до перешкоди і включити зумер;

По завданням зрозуміло, що їх складність йде по наростаючою. Тобто перше завдання найпростіше, а остання навпаки, найскладніше.

Приклад виконанного завдання № 5(Рис. 3.25,Рис. 3.26)

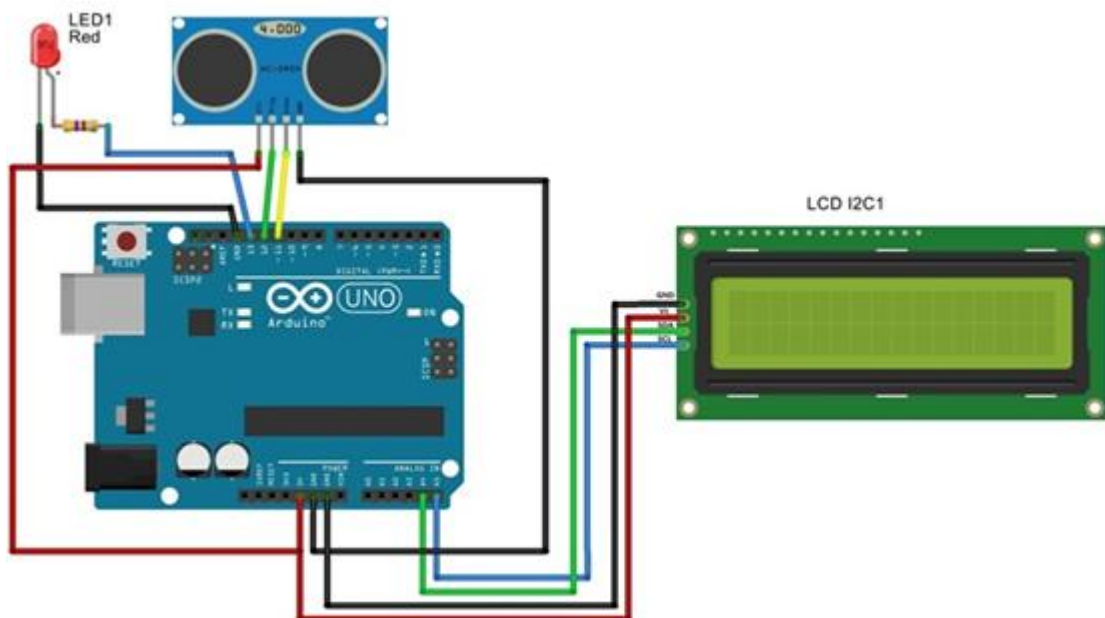


Рис. 3.25 –Підключення сонару та дісплею

```
1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2 #include <Wire.h>
3 #include "Ultrasonic.h"
4
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
6 Ultrasonic ultrasonic(12,11);
7 const int ledPin = 13;
8
9 void setup() {
10   pinMode(ledPin, OUTPUT);
11   Serial.begin(9600);
12   Wire.begin();
13   lcd.init();
14   lcd.backlight();
15   lcd.print("Distance:");
16 }
17 void loop() {
18   Serial.println(ultrasonic.Ranging(CM))
19   lcd.setCursor(10,0);
20   lcd.print(ultrasonic.Ranging(CM));
21   lcd.print("cm");
22   lcd.print(" ");
23
24   if (ultrasonic.Ranging(CM)<20)
25   {
26     digitalWrite(ledPin, 1);
27     lcd.setCursor(0,1);
28     lcd.print("Attention");
29   }
30   else
31   {
32     digitalWrite(ledPin, 0);
33     lcd.setCursor(0,1);
34     lcd.print("Normal  ");
35   }
36   delay(100);
37 }
38 }
```

Рис. 3.26 – Рішення завдання № 5



## 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСУ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

Розроблена магістерська робота заснована на ідеї створення сучасних умов для впровадження STEM-освіти, його окремої ланки – робототехніки, яка на сучасному етапі займає важливе місце серед дітей молодшого та старшого шкільного віку. В зв'язку з цим в школах, бібліотеках можна відкрити робототехнічний гурток, секцію, кабінет або центр молодіжної інноваційної творчості, на який потрібні відповідні документи і дозволи. Крім цього, важливим питанням стане фінансова підтримка для адекватного благоустрою приміщення, закупівлі необхідних матеріалів і пристроїв, проведення проектування та моделювання.

Результатом реалізації проекту буде розвиток інтересу учнів до науково-технічної творчості, техніки та сучасних технологій, виховання технічного мислення і всебічна підготовка учнів по поглибленим ІТ- програмам.

### 4.1 Планування розрахунків проекту

Майбутні інженери - талановиті, креативні та творчі діти з усього міста, які хочуть займатися робототехнікою. Для цього потрібно набори LEGO® WeDo 2.0, LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 і Arduino UNO KIT, а для створення по-справжньому сучасного STEM-центру - проектна комп'ютерна лабораторія, в якій діти можуть виконати дослідження з використанням сучасного обладнання.

Весь процес дослідження можна розділити на етапи. Для кожного етапу вказуються трудомісткість, кількість виконавців і тривалість робіт. У моделюванні проекту приймають участь фахівець протягом одного місяця і консультант протягом 0,2 місяця. Дослідження починаються третього січня і повинні бути виконані до тридцятого січня 2019 року. Тривалість робіт визначають за формулою 4.1:

$$T_{\text{ц}} = \frac{Q}{R} \quad (4.1)$$

де  $T_{\text{ц}}$  - тривалість циклу, днів;

$Q$  - трудомісткість, людино-днів;

$R$  - кількість виконавців, чол.

Отримана інформація зведена в табл. 4.1

Таблиця 4.1 - Характеристика робіт по розробки проекту

Найменування робіт	Трудомісткість		Виконавці	Тривалість, днів
	людино-днів	% підсумку		
Аналіз предметної області (ПО)	4	14,8	Фахівець Консультант	2
Визначення вимог до проекту	5	18,5	Фахівець	5
Проектування структури проекту	10	37,1	Фахівець	10
Складання програмної документації	8	29,6	Фахівець (5) Консультант (3)	4
Всього	27	100		21

За даними таблиці 4.1 складається зведений стрічковий графік планування розробки проекту, який представляє собою таблицю, в першому стовпці якої розміщені в порядку збільшення термінів початку виконання всі види роботи, а навпаки - календарний період їх виконання. Даний графік наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Зведений графік планування розробки програмного продукту

	<i>Календарний період, дні</i>				
	03.01-04.01	07.01-11.01	14.01-18.01	21.01-25.01	27.01-30.01
Аналіз предметної області (ПО)					
Визначення вимог до програмного продукту					
Проектування структури проекту					
Складання програмної документації					

фахівець

консультант

## 4.2 Визначення витрат на розробку проекту

Для визначення витрат на розробку проекту складається калькуляція кошторисної вартості робіт, яка включає наступні статті:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;
- витрати на спеціальне обладнання;
- матеріали і комплектуючі вироби;
- накладні витрати;
- податки.

### 4.2.1 Розрахунок основної заробітної плати

Витрати за цією статтею складаються з планового фонду зарплати всіх категорій працівників, зайнятих в розробці проекту. Розрахунок зарплати ведеться на підставі даних про трудомісткості (табл.4.3).

Таблиця 4.3 - Розрахунок основної заробітної плати

<i>Посада виконавця</i>	<i>Чисельність, чол.</i>	<i>Місячний оклад, грн.</i>	<i>Кількість місяців роботи</i>	<i>Сума ЗП, грн.</i>
Фахівець	1	15000	1	15000
Консультант	1	9000	0,2	1800
Т				
Всього	2			16800

#### 4.2.2 Розрахунок додаткової заробітної плати

Додаткову заробітну плату приймають рівною 10% від основної заробітної плати працівників і розраховують за формулою:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} * 0,1 \quad (4.2)$$

Підставивши величину основної заробітної плати в дану формулу, отримуємо:

$$ЗП_{\text{доп}} = 16800 * 0,1 = 1680 \text{ грн.}$$

#### 4.2.3 Відрахування на соціальне страхування та інші фонди

Вони становлять 22% і беруться від основної та додаткової заробітної плати.

$$ОТ = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) * 0,22 \quad (4.3)$$

$$ОТ = (16800 + 1680) * 0,22 = 4065,6 \text{ грн.}$$

#### 4.2.4 Визначення затрат на матеріали

Використовується 3 найменування матеріалів: диск USB флеш-накопичувач – 150 грн.; картридж - 250 грн.; папір - 140 грн. ( 1 пачка).

Витрати на комплектуючі розраховують за формулою 4.4:

$$M = \sum_{i=1}^n (Ц_i * N_i \times (1 * K_{\text{т.з}}) - Ц_{io} * N_{io}) \quad (4.4)$$

де  $M$  - витрати на закупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, грн.;

$K_{\text{т.з}}$  - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати;

$Ц_i$  - ціна  $i$ -го найменування напівфабрикату і комплектуючого, грн.;

$N_i$  - потреба в  $i$ -му напівфабрикаті і комплектуючому;

$Ц_{io}$  - вартість зворотних відходів  $i$ -го найменування комплектуючого, грн.;

$N_{io}$  - кількість зворотних відходів  $i$ -го найменування;

$n$  - кількість найменувань напівфабрикатів і комплектуючих.

$$C_{io} = 0; N_{io} = 0; K_{m.z.} = 0,05;$$

$$M = (1 + 0,05) * (150 + 250 + 140) = 567 \text{ грн.}$$

Разом, витрати на комплектуючі становлять 567 грн.

#### 4.2.5 Витрати на спеціальне обладнання

У цю статтю входять витрати на придбання, транспортування, монтаж і налагодження нестандартного обладнання.

Практично, в даному випадку, в цій статті враховуються витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів. Для чого необхідно скласти кошторис «витрат на утримання і експлуатацію устаткування» виходячи з якої визначиться вартість одного машино-години роботи ПК, після множення якої на машинний час пішло на написання і налагодження програми отримаємо витрати на оплату машинного часу.

Амортизаційні відрахування визначають за формулою 4.5:

$$A = \Phi_6 * \frac{N_a}{100}, \quad (4.5)$$

де  $\Phi_6$  - балансова вартість обчислювальної техніки, грн .;

$N_a$  - норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення обчислювальної техніки, для ПК 25%.

Балансова вартість обчислювальної техніки становить 5000 грн.

Отримуємо:

$$A = 27000 * 0,25 = 6750 \text{ грн.}$$

Статтю «Експлуатація обладнання» розраховують підсумовуванням витрат на електроенергію і допоміжні матеріали.

$$C_E = N_H * \Phi_{ef} * K_{зв} * K_{зм} * C_E, \quad (4.6)$$

де  $N_H$  - номінальна потужність ЕОМ, кВт;

$\Phi_{ef}$  - річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ, машино-год;

$K_{зв}$  - середній коефіцієнт завантаження за часом;

$K_{зм}$  - коефіцієнт завантаження по потужності;

$C_E$  - ціна одного кВт \* год електроенергії, грн ./ (кВт \* год).

Номінальна потужність ЕОМ - 0,2 кВт. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ становить 1800 годин. Середні коефіцієнти завантаження за часом і за потужністю рівні відповідно 0,9 і 0,6. Ціна однієї кіловат-години електроенергії становить 2,11 грн.

Отримуємо:

$$C_E = 0,2 * 1800 * 0,9 * 0,6 * 2,11 = 410,184 \text{ грн.}$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за формулою:

$$ЗП_{обсл} = ФЗПр * (1 + K_{отч}) * \frac{t_{обсл}}{\Phi_{ефобсл}} \quad (4.7)$$

де  $ФЗПр$  – річний фонд заробітної плати (основної і додаткової) обслуговуючих робітників, грн. ;

$K_{отч}$  – коефіцієнт, що враховує відрахування на соціальне страхування і в інші фонди;

$t_{обсл}$  – час протягом року, необхідне на технічне обслуговування ЕОМ, ч / рік;

$\Phi_{ефобсл}$  – річний ефективний фонд часу обслуговуючого персоналу, ч / рік.

Місячна заробітна плата обслуговуючого персоналу становить 3723 грн., а річний фонд заробітної плати відповідно дорівнює 44676 грн. Річний ефективний фонд робочого часу обслуговуючого ПК працівника дорівнює 1750 год / рік. На обслуговування одного ПК витрачається по 1 годині на місяць, що в рік становить 12 годин.

отримуємо:

$$ЗП_{обсл} = 44676 * (1 + 0,22) * 12 / 1750 = 373,747 \text{ грн}$$

Стаття «Поточний ремонт обладнання» приймається рівною 3% від балансової вартості обладнання і складає 202,5 грн.

Стаття «Інші витрати» приймається рівною п'яти відсоткам від суми всіх попередніх статей витрат на утримання і експлуатацію обладнання. Сума всіх попередніх статей дорівнює 7736,43 грн., 5% від суми складають 386,82 грн.

Розраховані статті витрат на утримання і експлуатацію устаткування внесені в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – стаття витрат

<i>Найменування статей витрат</i>	<i>Сума, грн</i>
Амортизація обладнання	6750,00
Експлуатація обладнання (крім витрат на поточний ремонт)	410,18
Заробітна плата основна і додаткова обслуговуючих робітників з відрахуваннями на соціальні заходи	373,747
Поточний ремонт обладнання	202,5
Інші витрати	386,82
Всього	8123,247

Витрати на оплату машинного часу ЕОМ для написання і налагодження програмних засобів визначаються за формулою 4.8:

$$C_{\text{МО}} = P_{\text{екс}} * t_{\text{МО}}, \quad (4.8)$$

$C_{\text{МО}}$  - витрати на оплату машиного часу, грн.;

$P_{\text{екс}}$  - експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу цієї цифрової ЕОМ, грн. / машино-год .;



$t_{\text{мо}}$  - машинний час цифрової ЕОМ для написання і налагодження даного програмного продукту, машино-год.

Експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу використовуваної ЕОМ розраховують діленням суми витрат за кошторисом «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (ЕОМ)» (табл. 4) на річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ. Річний ефективний фонд часу роботи ЕОМ дорівнює 1800 годин. В результаті експлуатаційні витрати на одну годину машинного часу рівні:

$$P_{\text{екс}} = 8123,247/1800 = 4,51 \text{ грн./машино-год.}$$

ЕОМ експлуатується 21 день в одну зміну, що становить в сумі 168 годин. Таким чином, витрати на оплату машинного часу складуть:

$$C_{\text{мо}} = 4,51 * 168 = 757,68 \text{ грн.}$$

#### 4.2.6 Інші прямі витрати

В інші прямі витрати включаються витрати на яке використовується при розробці системи комерційне програмне забезпечення:

- дольове ПЗ, що використовується постійно при роботі ПК (Windows 10 Professional ) - 3900 грн. з НДС;
- цільове ПЗ, що купується для даного конкретного завдання (ПЗ LEGO® MINDSTORMS® - 6750 грн. з НДС, (Arduino) - 4600 грн. з НДС.

$$S_{\text{доп.ПЗ}} = \frac{C_{\text{ПЗ Windows}} * T_{\text{КТС}}}{\Phi_{\text{еф.КТС}} * T_{\text{с ПЗ}}} \quad (4.9)$$

$$S_{\text{ціл ПЗ}} = C_{\text{ПЗ LA}}$$

де  $S_{\text{доп.ПЗ}}$  - витрати на дольове ПЗ при моделюванні розробляється в розрахунку ПЗ, грн .;

$S_{\text{цїл ПЗ}}$  - витрати на цїльове ПЗ, що купується виключно для моделювання в розрахунку ПЗ, грн. ;

$C_{\text{ПЗ Windows}}$  - цїна ПЗ Windows, грн;

$C_{\text{ПЗ LA}}$  - цїна ПЗ LEGO® MINDSTORMS® і Arduino грн;

$T_{\text{КТС}}$  - машинний час КТС, необхідне користувачеві для моделювання моделі, машино-год / рік;

$\Phi_{\text{еф.КТС}}$  - річний ефективний фонд часу роботи КТС, машино-год / рік;

$T_{\text{с ПЗ}}$  - термін служби дольової ПЗ, років.

$$S_{\text{доп ПЗ}} = \frac{3900 * 624}{1800 * 5} = 270,4 \text{ грн.}$$

$$S_{\text{цїл ПЗ}} = 4600 + 7500 = 11350 \text{ грн.}$$

$$S_{\Sigma} = 270,4 + 11350 = 11620,4 \text{ грн.}$$

#### 4.2.7 Розрахунок накладних витрат

До накладних витрат відносяться витрати на загальне управління і загальногосподарські потреби (заробітна плата апарату управління, канцелярські витрати тощо), утримання та експлуатацію будівель. Накладні витрати включаються до вартості розробки програми непрямым шляхом - у відсотках до основної заробітної плати розробників. В даному випадку накладні витрати становлять 40% до основної заробітної плати розробників, що складає 6720 грн.

Результати визначення витрат на розробку програми у вигляді калькуляції кошторисної вартості робіт наведені в таблиці 5.

Таблиця 4.5 - Калькуляція кошторисної вартості робіт з розробки програми

<i>№</i>	<i>Найменування статей витрат</i>	<i>Сума, грн</i>	<i>Питома вага до підсумку, %</i>
1	Основна заробітна плата	16800,00	33,17
2	Додаткова заробітна плата	1680,00	3,31
3	Відрахування на соцстрах та ін.	4065,6	8,03
4	Матеріали і комплектуючі	567,00	1,12
5	Витрати на спец. обладнання	757,68	1,49
6	Інші прямі витрати	11620,40	22,94
7	Накладні витрати	6720,00	13,27
8	ПДВ (20%)	8442,136	16,67
	<i>Всього</i>	<i>50652,816</i>	<i>100,00</i>

### 4.3 Розрахунок економічної ефективності моделі

Складність виконання роботи визначають порівнянням отриманих результатів даного дослідження з результатами відомих аналогічних досліджень з обліком грошових і трудових витрат на проведення розрахунків проекту.

Результативність НДР можна визначити по повноті рішень поставленого завдання: отриманий результат відповідає планованому, задовільний (часткове рішення) чи негативний.

Аналіз залежності між цими показниками й витратами на їхнє досягнення дає можливість кількісної оцінки техніко-економічної ефективності теоретичних НДР і визначається за формулою:

$$K_{\text{НДР}} = \frac{J^n * R * T}{B_{\text{НДР}} * t_{\text{НДР}}} \quad (4.10)$$

$K_{\text{НДР}}$  - рівень ефективності дослідження (коефіцієнт техніко-економічної ефективності НДР);

$J^n$  - важливість роботи;

$R$  - результативність роботи;

$T$  - технічна складність виконання НДР;

$B_{\text{НДР}}$  - витрати на проведення результатів НДР;

$n$  - показник використання результатів НДР.

$$K_{\text{НДР}} = \frac{3^2 * 2 * 1,5}{72,543 * 0,284} = 1,31$$

**Висновок:** Зі структури собівартості витрат на виконання НДР видно, що більша частина витрат, крім основної заробітної плати, припадає на статтю «Інші», це 23% від загального рівня витрат. До даного елемента в складі

собівартості робіт відносяться витрати на придбання програмного забезпечення, необхідного для реалізації проекту робото технічної освіти. Необхідно вишукувати можливості зниження даного виду витрат. Це можна вирішити за допомогою закупівлі ПЗ для цілого класу, а не для кожного робочого місця окремо. При закупівлі можна виграти в грошовому еквіваленті, як закупівлю при оптових цінах. Матеріальні витрати складають близько 1%, що є допустимим. Витрати на оплату праці становлять близько 33%. Зменшити цю статтю витрат можна за рахунок зниження трудомісткості робіт, зниження нормо-години, підвищення продуктивності праці.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломного проекту «Розробка навчального курсу робототехніки для школярів». Роботи проводяться в комп'ютерному класі. Основними потенційними небезпеками при проведенні робіт в класі є:

- небезпека ураження електричним струмом, в результаті недотримання правил електробезпеки або виходу з ладу електроприладів;

- небезпека отримання термічних опіків, в результаті недотримання правил роботи з нагрівається обладнанням;

- негативний вплив підвищеного рівня шуму на психоемоційний стан працюючого, пов'язане з використанням сверлильної техніки, паяльної станції, копіювальної техніки, освітлювальних приладів;

- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір і продуктивність роботи працюючого, внаслідок несправності освітлювальних приладів або неправильного проектування освітлювальної системи;

- порушення роботи кістково-м'язового апарату в результаті тривалих статичних навантажень при роботах по монтажу радіоелементів і роботі з ПК;

- негативний вплив незадовільних параметрів повітряного середовища робочої зони на здоров'я працюючого, внаслідок неправильного проектування системи вентиляції або її несправності;

- незадовільні ергономічні характеристики робочого місця внаслідок нераціонального планування робочого місця, що може привести до механічних травм, опіків, уражень електричним струмом і порушень кістково-м'язового апарату;

- нервово-психічні перевантаження внаслідок постійного контакту з колегами по роботі, керівництвом при вирішенні робочих питань, які можуть носити конфліктний характер і привести до емоційного дискомфорту, внутрішнього роздратування, емоційної нестабільності і захворювань нервової системи;

- небезпека загоряння в зв'язку з несправністю електричного і нагрівального обладнання, недотримання або порушення правил протипожежної безпеки обслуговуючим персоналом, може призвести до пожежі.

## 5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки

Приміщення лабораторії, в якій знаходяться співробітники, відносяться до приміщень без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом.

Обладнання, що використовується в цих приміщеннях, є споживачем електроенергії і харчується від змінного струму 220В від мережі з заземленою нейтраллю, і відноситься до електроустановок до 1000В закритого виконання. За способом захисту людини від ураження електричним струмом відповідає за ГОСТ 12.2.007.0-75 \* (2001) «ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки » I (стаціонарні комп'ютери) і II (паяльне обладнання, освітлювальні прилади, кондиціонери, опалювальні пристрої, ноутбуки, сканери) класу захисту.

Згідно ПУЕ ( «Правила улаштування електроустановок») виконані наступні групи заходів з електробезпеки:

- Конструктивні заходи

Забезпечують захист від випадкового дотику до струмоведучих частин за допомогою їх ізоляції і захисних оболонок.

Згідно ГОСТ 12.1.009-76 (1999) "ССБТ. Електробезпека. Терміни та визначення» в приладах II класу захисту використовується подвійна ізоляція - електрична ізоляція, що складається з робочої і додаткової ізоляції.

Так як згідно з НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання Спеціальних установок » приміщення класу відноситься до класу пожежонебезпечної зони А, (приміщення, в яких містяться тверді горючі речовини), тому передбачений ступінь захисту ізоляції обладнання IP44.

- Схематично-конструктивні заходи

Призначені для забезпечення захисту від ураження електричним струмом при дотику до металевих оболонок, які можуть опинитися під напругою в результаті аварій.

Згідно ГОСТ 12.1.030-81 (2001) «ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення» в приміщеннях лабораторії влаштовується занулення.

- Організаційні заходи

Експлуатація електроустановок і електрообладнання проводиться відповідно до ДНАОП 1.1.10-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» і ДНАОП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Згідно з вимогами НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», з метою попередження можливих травм, з усіма працівниками, прийнятими на роботу, а також в період роботи проводяться навчання, інструктажі з питань: охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий) надання першої допомоги постраждалим від нещасних випадків; правилами поведінки при виникненні аварій або навчання за правилами електробезпеки, перевірка знань і атестація персоналу на отримання і підвищення групи з електробезпеки.

Відповідно до вимог розділу «Мінімальні вимоги з охорони праці», директиви ЄС 90/270 ЕЕС виконані основні вимоги до моніторів, які жорстко регламентують безпечні умови роботи і захист здоров'я осіб, що працюють з комп'ютерами:

- символи на екрані чіткі і добре розрізняються;
- зображення позбавлене мерехтіння;
- яскравість і / або контрастність легко регулюються;
- екрани вільні від відблисків і відбиття;
- випромінювання знижені до надзвичайно малих рівнів.

Нервово напруження впливає на серцево-судинну систему, збільшуючи артеріальний тиск і частоту пульсу, а також на терморегуляцію організму та емоційні стани працівника. Особливу роль в запобіганні втоми працівників



відіграють професійний відбір, організація робочого місця, правильне робоче положення, ритм роботи, раціоналізація трудового процесу, використання емоційних стимулів, впровадження раціональних режимів праці та відпочинку тощо.

З метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі, передбачені перерви в роботі - 15 хвилин кожні 2 години, а також спеціально обладнане приміщення - кімната відпочинку. Для оптимізації відносин в колективі проводяться тренінги з залученням психологів на теми: «Адаптація в новому колективі», «Поведінка в суспільстві».

Для запобігання кістково-м'язових порушень у зв'язку з тривалою статичною напругою м'язів спини, шиї, рук і ніг проводиться виконання фізичних вправ 2-3 рази протягом робочого часу.

### 5.3 Заходи з промислової санітарії та гігієни праці

Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці для приміщення комп'ютерного класу обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МЮУ 06.05.2014г . з № 472/25249, ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» і НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».

Показники мікроклімату в офісних приміщеннях відповідають встановленим санітарно-гігієнічним вимогам ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) «ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони »і ГН 2152-80«

Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих і громадських приміщень ».

Роботи в приміщеннях комп'ютерного класу, відносяться до категорії Іб-легка робота, тому встановлені наступні оптимальні значення параметрів мікроклімату:

- в холодний період року: температура 21-23 ° С; відносна вологість: 40 - 60%; швидкість переміщення повітря: 0,1 м / с;

- в теплий період року: температура 22-24 ° С; відносна вологість: 40 - 60%; швидкість переміщення повітря: 0,2 м / с.

У проекті передбачені пристрій системи водяного опалення приміщення для забезпечення необхідної температури повітря в холодний період року відповідно до ДБН В.2.5-67 діє до: 2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Для забезпечення необхідного повітрообміну в теплий період року, передбачено влаштування штучної механічної загально-обмінної вентиляції відповідно до ГОСТ 12.4.021-75 "ССБТ. Системи вентиляційні. Загальні вимоги".

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» в офісних приміщеннях використовується природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснено через світлові прорізи, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхні екранів і клавіатури, використовуються сонцезахисні пристрої, на вікнах встановлені жалюзі або штори.

Штучне освітлення в приміщенні здійснено системою загального рівномірного освітлення. Значення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити 300-500 лк.

Визначимо число і потужність світильників для забезпечення заданого значення освітленості. Розрахунок проводиться методом світлового потоку.

#### 5.4 Розрахунок штучного освітлення

Необхідно розрахувати систему загального рівномірного освітлення з люмінесцентними лампами для приміщення комп'ютерного класу, в якому виконуються зорові роботи високої точності (розряд Шв).

Розміри приміщення: довжина  $a = 8\text{м}$ , ширина  $b = 5\text{м}$ , висота  $H = 2.5\text{м}$ . Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття  $\rho_{\text{потолка}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стен}} = 50\%$ . Висота робочих поверхонь (столів)  $h_p = 0.725\text{м}$ . Мінімальна освітленість приміщення, в якому проводять зорові роботи Шв становить  $E = 300\text{лм}$ . Як освітлювальні прилади приймаємо світильники типу ЛПО01 (з двома лампами), які доцільно використовувати в нашому випадку. Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою практично дорівнює висоті приміщення  $h_0 = 2,5\text{ м}$ , що не суперечить вимогам ДБН В.2.5-28-2006, відповідно до яких  $h_0 = 2,6-4\text{м}$ , коли в світильнику менше 4 ламп.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p \quad (5.1)$$

$$h = 2,5 - 0,725 = 1,775\text{м}.$$

Показник приміщення  $i$  становить:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (5.2)$$

$$i = \frac{8 \cdot 5}{1,775(8 + 5)} = 1,7$$

де  $a$  і  $b$  - довжина і ширина приміщення, м;

$h$ - висота світильника над робочою поверхнею, м.

При  $i = 2,0$  ( $i = 1,7$  немає),  $\rho_{\text{потолка}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{стен}} = 50\%$  для світильника ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює  $\eta = 0,62$ .

Визначимо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи складає  $\Phi_{\text{л}} = 3200\text{лм}$ :

$$N = \frac{ESK_3Z}{2\Phi_{л\eta}} \quad (5.3)$$

$$N = \frac{300 \cdot 40 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2 \cdot 3200 \cdot 0,62} = 5$$

Де  $E$  - нормована освітленість (приймається на основі норм ДБН В.2.5-28-2006), Лк;

$S$  - площа освітлюваного приміщення, м<sup>2</sup>;

$k_3$ - коефіцієнт запасу, який враховує зниження освітленості в результаті забруднення і старіння ламп;

$Z$  -коефіцієнт нерівномірності освітлення ( $Z = 1,1$  для люмінесцентних ламп);

$N$  -кількість ламп в світільнці;

$\eta$  -коефіцієнт використання світлового потоку.

Приймаємо 6 світільників, які для забезпечення рівномірності освітлення маємо в два ряди по 3 в кожному. Оскільки довжина світільника майже така ж, як довжина люмінесцентної лампи, встановленої в ньому, то загальна довжина всіх світільників в ряду становитиме  $\Sigma LCB = 1,2 \cdot 3 = 3,6$  м. Це значення менше довжини приміщення, тому між світільниками будуть розриви 1,2м (рис.5.1).

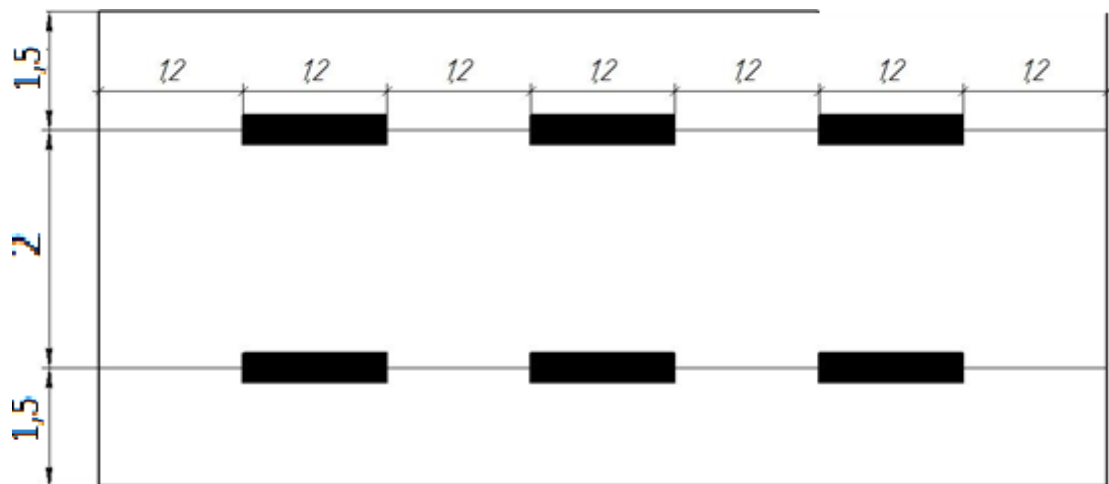


Рисунок 5.1 - Схема розташування світільників ЛПО01 в приміщенні

Визначимо сумарну електричну потужність всіх світільників, встановлених в приміщенні:

$$\Sigma PCB = PЛ \cdot N \cdot n \quad (5.4)$$

$$\Sigma PCB = 40 \cdot 6 \cdot 2 = 480 \text{ Вт.}$$

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в приміщення нормуються згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила и норми роботи з візуальними дисплейної терміналами електронно-обчислювальних машин» і ДСН 3.3.6.037-99 «санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

Зниження рівня шуму в приміщенні здійснено за допомогою:

- використання більш сучасного обладнання;
- розташування принтерів і різного устаткування колективного користування на значній відстані від більшості робочих місць працівників;
- переклад жорсткого диска в режим сну (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом певного часу;
- використання блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках.

Внаслідок роботи за ПК, на фізіологію людини негативно впливають електромагнітні випромінювання. Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», на робочих місцях обладнаних ПК встановлені рідкокристалічні монітори, які не є джерелами рентгенівського та електромагнітного випромінювань.

Загальні ергономічні вимоги встановлені ДСТУ ISO 92411-2003 «Ергономічні вимоги до роботи з відеотерміналами в офісі. Частина 1. Загальні положення». Організація робочого місця передбачає: правильне розміщення робочого місця у виробничому приміщенні; вибір ергономічно обґрунтованого робочого положення, виробничих меблів з урахуванням антропометричних характеристик людини; раціональна компоновка обладнання на робочих місцях; врахування характеру і особливостей трудової діяльності.

Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» є неприпустимим розташування приміщень, призначених для роботи з ВДТ в підвалах і цокольних поверхах. Також забороняється розміщення вибухонебезпечних приміщень категорії А і Б

(НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпеки») та виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщенням, де розташовуються ЕОМ (ПЕОМ), а також над такими приміщеннями, або під ними. Крім того, виробничі приміщення для роботи з ВДТ не повинні межувати з приміщеннями, в яких рівень шуму і вібрації перевищує допустимі значення.

Дане приміщення відповідає зазначеним вище вимогам. Оскільки площа і об'єм приміщення складають  $S_{пр} = 50 \text{ м}^2$  і  $V_{пр} = 100 \text{ м}^3$ , а відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» мінімальні площа і об'єм приміщення на одне робоче місце з ВДТ повинні становити не менше  $S_{Min} \geq 6,0 \text{ м}^2$  і  $V_{Min} \geq 20 \text{ м}^3$ , то в даному приміщенні можна розмістити до 5 комп'ютеризованих робочих місць.

Необхідно також врахувати розміри меблів на комп'ютеризованих робочих місцях, зокрема робочого столу. Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» рекомендовані розміри столу для робочого місця з ВДТ складають: висота - 725 мм, ширина - 600-1400 мм, глибина - 800-1000 мм. Приймаємо, що робочий стіл має наступні розміри: ширина - 1200 мм, глибина - 800 мм.

Краще розмістити комп'ютеризовані робочі місця рядами уздовж стіни з вікнами. Це дозволить виключити дзеркальне відображення на екрані ВДТ джерел природного світла (вікон) і попадання їх у поле зору операторів, що погіршує умови їх зорової роботи.

### 5.5 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Пожежна безпека - стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Для забезпечення пожежної безпеки в установах проводять пожежну профілактику, яка включає в себе комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження, а також на створення умов для успішного гасіння пожежі.

Для ліквідації пожежі в початковій стадії його розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири і т.д.), системи автоматичного пожежогасіння.

Комплекс протипожежних заходів для комп'ютерного класу розроблений відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні.

У комп'ютерному класі знаходиться дерев'яна меблі, електронна апаратура, паперові носії інформації.

Згідно ГОСТ 27331-87 (СТ РЕВ 5637-86) «Пожежна техніка. Класифікація пожеж» в приміщенні дослідної лабораторії можливий пожежа класів - А (горіння твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням) і Е (горіння електроустановок, що знаходяться під напругою).

Категорія приміщення (згідно з НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою») - визначається як категорія Д.

У разі виникнення пожежі в приміщенні комп'ютерному класі для евакуації персоналу відповідно до вимог ДБН В. 1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені виходи, по обидва боки приміщення, з одного боку вікно (на пожежну драбину), а з іншого - вхідні двері. Згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85 \* «Виробничі будівлі», відстань

від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не обмежується.

Устаткування, силові і освітлювальні мережі приміщення комп'ютерному класі відповідають вимогам пожежної безпеки, так як виконані відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок », і мають ступінь захисту ізоляції обладнання IP44 яка відповідає класу пожежної небезпеки П-II А, до якого належить приміщення.

З технічних і організаційних заходів запобігання пожеж в приміщенні дослідної лабораторії передбачені такі протипожежні заходи. На силовому обладнанні, силових і освітлювальних колах, згідно з вимогами пункту 3.1 «ПУЕ», встановлені захисні пристрої, що відключають джерело живлення від ділянки електричного кола, в якій сталося коротке замикання.

Визначення типу і розрахунок кількості первинних засобів пожежогасіння (згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва») - для адміністративного приміщення площею 50 м<sup>2</sup> передбачені чотири порошкових вогнегасника типу ВП -5 (НАПБ Б. 03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежно небезпеки». ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»). Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Крім цього, згідно з вимогами ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежний захисту», приміщення комп'ютерному класі обладнано автоматичними пожежними сповіщувачами ДПП-1, які забезпечують виявлення димових підозри виникнення пожежі.

## 5.6 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Ударною хвилею називається область різкого стиску середовища, що поширюється у вигляді сферичного шару від місця вибуху з надзвуковою



швидкістю. Ударні хвилі класифікуються залежно від середовища поширення. Ударна хвиля в повітрі виникає за рахунок передачі стиснення і розширення шарів повітря. Зі збільшенням відстані від місця вибуху хвиля слабшає і перетворюється на звичайну акустичну. Хвиля при проходженні через дану точку простору викликає зміни в тиску, що характеризуються наявністю двох фаз: стиснення і розширення. Період стиснення настає відразу і триває порівняно невеликий час в порівнянні з періодом розширення. Руйнівна дія ударної хвилі характеризують надлишковий тиск в її фронті (передній кордоні), тиск швидкісного напору, тривалість фази стиснення.

Вражаюча дія ударної хвилі характеризується величиною надлишкового тиску. Надмірний тиск - це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі і нормальним атмосферним тиском перед ним.

При надмірному тиску 20-40 кПа незахищені люди можуть одержати легкі поразки (легкі забиті місця і контузії). Вплив ударної хвилі з надлишковим тиском 40-60 кПа призводить до поразок середньої важкості: втраті свідомості, ушкодженню органів слуху, сильним вивихів кінцівок, кровотечі з носа і вух. Важкі травми виникають при надлишковому тиску понад 60 кПа. Вкрай важкі поразки спостерігаються при надлишковому тиску понад 100 кПа.

Механічний вплив ударної хвилі оцінюється за ступенем руйнувань, викликаних дією хвилі (виділяються слабке, середнє, сильне і повне руйнування). Енергетичне, промислове і комунальне устаткування в результаті дії ударної хвилі може отримати пошкодження, також оцінюються по їх тяжкості (слабкі, середні і сильні). Вплив ударної хвилі може привести також до пошкоджень транспортних засобів, гідровузлів, лісових масивів. Як правило, збиток, що наноситься впливом ударної хвилі, дуже великий, він наноситься як здоров'ю людей, так і різних споруд, обладнання і т.д.

У зоні слабких руйнувань руйнуються вікна, двері, карнизи, легкі перегородки, з'являються тріщини, в основному в стінах верхніх поверхів. Підвали і нижні поверхи зберігаються. Незначні руйнування та пошкодження на комунально-енергетичній мережі.

Середнє руйнування проявляється в руйнуванні дахів і вбудованих елементів - внутрішніх перегородок, вікон, а також у виникненні тріщини в стінах, обвалення окремих ділянок горищних перекриттів і стін верхніх поверхів. Підвали зберігаються. Після розчищення і ремонту може бути використана частина приміщень нижніх поверхів. Відновлення будівель можливо при проведенні капітального ремонту.

Сильне руйнування характеризується руйнуванням несучих конструкцій і перекриттів верхніх поверхів, утворенням тріщин в стінах і деформацією перекриттів нижніх поверхів. Використання приміщень стає неможливим, а ремонт і відновлення найчастіше недоцільним.

Повне руйнування. Руйнуються всі основні елементи будівлі, включаючи і несучі конструкції. Використовувати будівлі неможливо. Підвальні приміщення при сильних і повних руйнування можуть зберігатися і після розбору завалів частково використовуватися.

Для підвищення стійкості будівель і споруд до дії вражаючих факторів проводять такі заходи:

- зміцнення несучих, огорожувальних та інших конструкцій будівель і споруд (постановка додаткових колон, ферм, рам і ін.)
- посилення цокольного поверху прольотами, закладки віконних прорізів цеглою, щитами та ін. ;
- встановлення допоміжних перекриттів, підкосів, розпірок і т.д. ;
- посилення конструкцій обкладанням мішками з піском;
- встановлення додаткових зв'язків між окремими елементами споруди;
- закріплення відтяжками високих малостійких споруд;
- поглиблення споруд або створення захисних валів (обвалування споруд);
- заміна елементів конструкції, які згорають, такими, що не загоряються, використання вогнезахисних покриттів.

## ВИСНОВКИ

За значущістю та практичному застосуванню освітнього робототехнічного комплексу, розглянутого в магістерській роботі, свідчать наступні підсумки:

- визначено роль і місце освітньої робототехніки в світі і конкретно в освіті школяра:

- на основі аналізу робототехнічних комплектів виділено комплект LEGO MINDSTORMS EV3, що є вдосконаленою лінійкою освітніх комплектів і володіє рядом переваг;

- для нестандартних завдань, більш глибокого вивчення алгоритмізації та програмування старшому школяреві запропонований комплекс завдань, науково-дослідний проектів з використанням освітнього робототехнічного комплексу Arduino;

- розроблена освітня структура трьох рівнів складності підтримки процесу навчання робототехніки для школяра;

- представлені методичні рекомендації щодо проведення занять;

- запропоновано для робототехнічних комплексів методи і форми програмування проектів на декількох мовах програмування.

- експериментально доведено ефективність розробленої методики навчання робототехніки в початкових класах з використанням комплекту LEGO WeDo 2.0 в Школі робототехніки та програмування LegoBrain.

Окремі питання змісту магістратської роботи відображені в публікаціях: «Освітня робототехніка як інструмент реалізації STEM-освіти» (<https://naurok.com.ua/stattya-osvitnya-robototehnika-yak-instrument-realizaci-stem-osviti-70821.html>) і «STEM-освіта в сучасній школі: необхідність і переваги» (<https://naurok.com.ua/stattya-stem-osvita-v-suchasniy-shkoli-neobhidnist-i-perevagi-69468.html>).

На завершення можна сказати, що поставлені завдання в магістерській роботі реалізовані.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Гайсина И. Р. Развитие робототехники в школе [Текст] // Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф., Москва, декабрь 2012 г.: тезисы докл. — М.: Буки-Веди, 2012. — С. 105-107.
- 2) Современная робототехника: реалии и перспективы [Электронный ресурс] : Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета./Параскевов А. В., Левченко А. В. // 2014. № 104 (10). URL: <http://ej.kubagro.ru/20i4/i0/pdf/116.pdf>
- 3) Валентина Донченко. Робототехника в Украине: разработки и перспективы [Электронный ресурс]. — М. : Промышленное производство — 2017, Режим доступа : <https://dou.ua/lenta/articles/robotics-in-ukraine/> — Название с экрана.
- 4) Робототехника и образование: школа, университет и производство : науч.-практ. журн. / г засн. К.А. Гаврилов, Д.А. Гагарина, А.Г. Кузнецов та ін.; голов. ред. Д.А. Гагарина. — К. : Пермь, 2018 — 144 с.
- 5) Развитие самостоятельности школьников в учении в условиях обновления информационной культуры общества: в 2 частях. Ч. 2. / Оспенникова Е.В. // - Основы технологии развития самостоятельности школьников в изучении физики: моногр. - Пермь: Электрон. издат. системы ОЦНТИ ПГТУ, 2003.
- 6) Копосов, Д. Г. Первый шаг в робототехнику. 5-6 классы. Практикум[Текст] / Д.Г. Копосов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. - 292 с.
- 7) Хронология робототехники [Электронный ресурс]. - Мой робот. Режим доступа: [http://www.myrobot.ru/articles/hist\\_2005.php](http://www.myrobot.ru/articles/hist_2005.php)
- 8) Краткая история робототехники [Электронный ресурс] : Киборги / Василий Дорнобергер. - Режим доступа : <http://kiborgs.ru/publ/9-1-0-81>. Доступ с экрана.

9) История робототехники: факты [Электронный ресурс] // ПРОробот.ру. / Владимир Канивец. - Режим доступа : [http://www.prorobot.ru/slovarik/is\\_istorii\\_robototehniki.php](http://www.prorobot.ru/slovarik/is_istorii_robototehniki.php). Доступ с экрана.

10) Заболоцкая В.В., Николаева Л.В. РОБОТОТЕХНИКА КАК НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В РАБОТЕ С ДЕТЬМИ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 4-9.; Режим доступа : <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=17694>

11) Халамов В. Н. Образовательная робототехника на уроках информатики и физики в средней школе [Текст] /В.Н. Халамов ; учебно-метод. пособие – Челябинск: Взгляд, 2011. – 160 с.

12) Филиппов, С. А. Опыт технологического обучения школьников на основе робототехники [Текст] / С. А. Филиппов// -Теория и методика обучения технологии. Школа и производство : учеб. пособие / С. А. Филиппов - 2015. - Разд. 1. - С. 21-28.

13) Кадемія М. Ю. Інформаційно-комунікаційні технології навчання / термінологічний словник // М. Ю. Кадемія. – Л. : Сполом, 2009. – 260 с.

14) Каталог программ [Электронный ресурс] : – Режим доступа: <http://www.legoengineering.com/category/support/building-instructions/>

15) И.О. Колотова. Основы образовательной робототехники [Текст] // уч.-метод. Пособие для слушателей курса / И.О. Колотова, А.А. Мякушко, Н.В. Сичинская, Ю.В. Смирнова. – М.: Издательство «Перо», 2014.

16) А.С.Злаказов. Уроки Лего-конструирования в школе [Текст] // методическое пособие/ А.С.Злаказов, Г.А. Горшков, С.Г. Шевалдина; под науч. Ред. В.В. Садырина, В.Н. Халамова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.

17) Официальный сайт LEGO Education. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://education.lego.com/>

18) РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОФИЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КЛАССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO [Электронный ресурс] : Современные проблемы науки и образования / Биловол Е.О., Халвицкая О.Л. //

– 2018. – № 2.; Режим доступа : <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27494>

19) Arduino [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://arduino.ru/>, свободный.

20) Применение конструирования и программирования робототехнических устройств в обучении как инновационная образовательная технология [Электронный ресурс] : Молодой ученый. / Данилов О. Е. // — 2016. — №16. — С. 332-336. Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/120/33220>

21) Данилов О. Е. Обучение аппаратному моделированию на базе микроконтроллерных плат / О. Е. Данилов // Молодой ученый. — 2015. — № 5. — С. 141–143.

22) LEGO education. Начальная школа. [Электронный ресурс] : - Режим доступа : <https://education.lego.com/ru-ru>

23) LEGO Engineering. Inspiration and support for teachers. [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.legoengineering.com/>

24) Книга учителя LEGO Education WeDo [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <https://education.lego.com/ru-ru/product/wedo-2/software>

25) С. А. Филиппов Робототехника для детей и родителей [Текст] /Под редакцией д-ра техн. наук, проф. А. Л. Фрадкова Издание 2-е, дополненное и исправленное Санкт-Петербург «НАУКА» - 2011

26) Смирнов А. Б. Разработка робота для передвижения по пересеченной местности на базе микроконтроллера ATmega328P [Текст] / Смирнов А. Б., Дубовицких В. А., Мезенцев Д. А. // Молодой ученый. — 2016. — №27. — С. 159-165.

27) Преподавание базового курса информатики в средней школе: методическое пособие / И.Г. Семакин, Т.Ю. Шеина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 540 с.: ил.

28) Белов А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — СПб.: Наука и Техника, 2010. — С. - 528

29) Тарапата, В.В. Конструируем роботов на LEGO MINDSTORMS Education EV3. Тайный код Сэмюэла Морзе / В.В. Тарапата. - 2-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - С. - 53-55

30) Учимся готовить в среде Скретч. Придумай – запрограммируй – поделись. Версия 2.0. [Электронный ресурс] : - Евгений Патаракин // - Режим доступа : <http://rcokoit.ru/dld/metodsupport/scratch-2008.pdf>