

**Мелентьєв О. Б.**

**STEM-ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ  
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Уманський державний педагогічний університет  
імені Павла Тичини

**Мелентьєв О. Б.**

**STEM-ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ  
СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Навчальний посібник

Умань  
АЛІМІ  
2023

УДК 373.5:001.895+004.5/.9(075.8)

М47

**Рецензенти:**

*Корець М. С.*, доктор педагогічних наук, професор  
Українського державного університету імені Михайла  
Драгоманова, академік АНВО України;

*Терещук А. І.*, доктор педагогічних наук, професор  
Уманського державного педагогічного університету імені Павла  
Тичини;

*Дідур В. В.*, доктор технічних наук, професор Уманського  
національного університету садівництва

*Рекомендовано до друку вченою радою*

*Уманського державного педагогічного університету  
імені Павла Тичин*

*(протокол № 8 від 28 жовтня 2023 р.)*

**Мелентьєв О. Б.**

М47        STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти : навч.  
посіб. / О. Б. Мелентьєв; МОН України, Уманський держ. пед.  
ун-т імені Павла Тичини. – Умань : АЛІМІ, 2023. – 220 с.

ISBN 966-675-233-6

У навчальному посібнику висвітлено основні питання теорії і  
методики STEM освіти в закладах загальної середньої освіти та  
досвід організації такої освіти.

Навчальний посібник може бути корисним студентам  
педагогічних вишів для самостійної підготовки, вчителям-  
предметникам, вчителям технологій, керівникам гуртків технічної  
творчості, дизайну та спортивно-технічних гуртків.

**УДК 373.5:001.895+004.5/.9(075.8)**

ISBN 966-675-233-6

© Мелентьєв О. Б., 2023

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	8
<b>Розділ 1. Загальнотеоретичні основи навчально-виховної діяльності у позашкільних закладах освіти</b> .....	9
1.1. Нормативно-правова база STEM освіти в ЗЗСО.....	9
1.2. Реформування системи освіти засобами STEM в ЗЗСО.....	14
1.3. Впровадження STEM освіти в ЗЗСО.....	17
1.4. Досвід організації STEM освіти в закладах загальної середньої освіти.....	19
<b>Розділ 2. Методичні аспекти організації STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України</b> .....	21
2.1. Організаційна, навчально-методична робота із STEM-освіти.....	21
2.2. Матеріально-технічне та інформаційне забезпечення.....	27
2.3. Участь дітей та молоді у заходах за STEM напрямом.....	32
<b>Розділ 3. Організація STEM в сільській школі</b> .....	37
3.1. STEM «розумний» кабінет.....	37
3.2. STEM проекти в сільській школі.....	39
3.3. Створення хакатону.....	50
<b>Розділ 4. STEAM-освіта та її форми в Українських ЗЗСО</b> ...	53
4.1. STEAM-підхід.....	53
4.2. STEAM-уроки.....	56
4.3. Організація STEM уроку.....	56

4.4. STEAM-лабораторії.....	58
<b>Розділ 5. STEAM-проекти: теорія та практика.....</b>	<b>65</b>
5.1. Етапи роботи над STEAM-проектом.....	65
5.2. Приклад STEM-проекту.....	66
<b>Розділ 6. Методи творчості.....</b>	<b>74</b>
6.1. Метод фокальних об'єктів.....	74
6.2. Метод морфологічного аналізу.....	81
6.3. Метод мозкового штурму.....	89
6.4. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ.....	93
6.5. Методи фантазування.....	99
6.6. Метод заміни властивостей.....	99
6.7. Метод програвання сюжету в інших умовах.....	100
6.8. Типові перетворення для одержання фантастичних ідей...100	
6.9. Типові прийоми з'єднання - роз'єднання.....	102
6.10. Перетворення натурального в штучне і штучного в натуральне.....	102
6.11. Патентний фонд фантастики.....	103
6.12. Етапи розвитку техніки.....	104
<b>Розділ 7. Шляхи впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти обдарованих учнів .....</b>	<b>109</b>
7.1. Зміст STEM навчання.....	109
7.2. STEM-освіта в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти учнів.....	111

7.3. Створення дидактичних матеріалів для STEM-освіти.....	116
<b>Розділ 8. Досвід роботи гуртків STEM освіти в позашкільних закладах.....</b>	<b>117</b>
8.1. Гурток «Основи робототехніки та комп'ютерного програмування».....	117
8.2. Зміст навчання в гуртку «Робототехніка і комп'ютерне моделювання».....	120
8.3. Гурток «Електронне моделювання та конструювання»....	125
8.4. Гурток програмування Scratch («скретч»).....	126
<b>Розділ 9. 3-D-МОДЕЛЮВАННЯ і STEM освіта.....</b>	<b>129</b>
9.1. Використання технологій за допомогою 3D-принтерів.....	129
9.2. Найперспективніших напрямків в розвитку індустрії 3D-моделей.....	130
9.3. Розробка проекту меблів за допомогою САПР «PRO 100» 3 D-моделювання.....	132
9.4. Гурток 3 D-моделювання.....	141
9.5. Сучасний тренд «STEM-освіта».....	145
<b>Розділ 10. Інтернет контент для STEM-освіти.....</b>	<b>151</b>
10.1. Стандарти STEM-орієнтованого освітнього контенту....	151
10.2. Інтернет посилання в допомогу STEM освіти.....	153
10.3. STEM-освіта, і демонстрації досягнень через хакатон....	156
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>167</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>170</b>

## Вступ

В Україні за останні роки STEM набув неабиякої популярності, щоправда цей підхід не завжди розуміють правильно. Важливо пам'ятати, що справжні заняття STEM – це, насамперед, навчальний процес, а не шоу.

Усе більше освітян спираються на STEM, адже особливості такого підходу можуть справді вирішити чимало завдань. Сучасні випускники – майбутні новатори та інноватори – мають отримувати ґрунтовні знання з природничих і технічних наук у поєднанні з навичками 21-го століття, таких як уміння спілкуватися, працювати в команді та вирішувати проблеми в контексті інноваційних можливостей та поточних потреб суспільства, тому останнім часом у освітньому просторі України набирає обертів тренд STEAM-освіти, який охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics)

У всьому світі спостерігається дефіцит фахівців з технічних напрямків, попит на них росте набагато швидше, ніж на інші спеціальності, саме тому, у відповідь на виклики часу, такий тип освіти виходить на перший план.

Однак, важливо розуміти, що STEAM – це не просто технічна освіта. Вона охоплює значно ширше поняття, а саме вдале поєднання креативності та технічних знань.



## **Розділ 1. Загальнотеоретичні основи впровадження STEM освіти в ЗЗСО**

### **1.1. Нормативно-правова база STEM освіти в ЗЗСО**

На виконання п. 2.6 Плану заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні, затвердженою Міністерством освіти і науки України 05.05.2016 року (наказ Міністерства освіти і науки від 29.02.2016 № 188), п. 221 Плану роботи державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» на 2017 рік» (наказ ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 23.03.2017 № 2) відділом STEM-освіти Інституту розроблено «Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік», які затверджені на засіданні робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні.

Інститут надсилає для практичного використання «Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік».

Просимо довести дані матеріали до відома керівників навчальних закладів та педагогічних працівників.

Зазначені методичні рекомендації розміщені на веб-сайті ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»

Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного, гуманітарного профілів освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання, який сприяє популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді, підвищенню поінформованості про можливості їх кар'єри в інженерно-технічній сфері, формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта.

Акронім STEM (від *Science* – природничі науки, *Technology* – технології, *Engineering* – інженерія, проектування, дизайн, *Mathematics* – математика) визначає характерні риси відповідної дидактики, сутність якої виявляється у поєднанні міждисциплінарних практик орієнтованих підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін. Водночас, у STEM активно включається сукупність творчих, мистецьких дисциплін, що об'єднані загальним терміном Arts (позначення відповідного підходу – STEM and Arts). Актуальними напрямками STEM and Arts є промисловий дизайн, архітектура, індустриальна естетика тощо. Останнім часом, у європейському науковому дискусії наголошується на важливості всіх дисциплін, використанні міждисциплінарних підходів STEAM (літера A – All – всі) і поєднанні природничо-наукових з іншими навчальними дисциплінами, які вивчаються у школі.

STEM-освіта – це категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких визначає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність і готовність до розв’язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності. STEM-освіта ґрунтується на між-трандисциплінарних підходах у побудові навчальних програм різного рівня, окремих дидактичних елементів, до дослідження явищ і процесів навколишнього світу, вирішення проблемно орієнтованих завдань.

Використання провідного принципу STEM-освіти – інтеграції дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного циклу, технологізацію процесу навчання та формування навчальних компетентностей якісно нового рівня. Це також сприяє більш якісній підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

Головна мета STEM-освіти полягає у реалізації державної політики з урахуванням нових вимог Закону України «Про освіту» щодо посилення розвитку науково-технічного напрямку в

навчально-методичній діяльності на всіх освітніх рівнях; створенні науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді та професійної компетентності науково-педагогічних працівників.

Основні ключові компетентності концепції «Нової української школи», а саме: спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здорове життя, гармонійно входять в систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина.

Впровадження STEM-освіти здійснюється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність», Указів Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013 р.), «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010 р.), Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності (наказ МОН України № 522 від 07.11.2000; зі змін. і

доповненнями, внесеними наказом МОН України № 1352 від 30.11.2012, наказом Міністерства освіти і науки України № 380 від 31.03.2015), План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки, затверджений Міністерством освіти і науки України 05.05.2016, рішення Колегії Міністерства освіти і науки України від 21.01.2016 (протокол №1/1-4) «Про фортсайт соціо-економічного розвитку України на середньострокову (до 2020 р.) і довгострокову (до 2030 р.) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу), наказ Міністерства освіти і науки України від 17.05.2017 № 708 «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки» та інших, таких як:

- Закони України «Про освіту», «Про загальну середню освіту»;
- Укази Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013), «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010), «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні»

(№ 928/2000 від 31.07.2000);

- Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 07 листопада 2000 р. № 522 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 30 листопада 2012 р. № 1352);
- Рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)» (від 21.01.2016);
- План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 р., затверджений Міністерством освіти і науки України (від 05.05.2016);
- концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» (рішення колегії МОН від 27.10.2016).

Тому реформування системи освіти засобами STEM в ЗЗСО ми будемо розглядати у наступному параграфі.

## **1.2. Реформування системи освіти засобами STEM в ЗЗСО**

Впровадження системи освіти засобами STEM в ЗЗСО проводиться через:

- проектні та « кейс – технології» в навчальному процесі,

- проведення інтегрованих уроків природничо-математичних дисциплін, спецдисциплін, виробничого навчання з інформаційними технологіями;
- участь учнів у конкурсах з ІТ технологій;
- роботу профорієнтаційних груп в школах області за участю громад;
- проведення « майстер – класів»;
- участь учнів ЗП(ПТ)О у дослідницькій діяльності;
- активна участь учнів в МАН України;

Приблизний план організація STEM – в ЗЗСО:

- на вебінарі для голів МК та викладачів природничо-математичних дисциплін розглянута нормативно-правова база STEM- освіти;
- розвиток технічної творчості молоді через участь в гуртковій роботі;
- елементи STEM–навчання на уроках біології та екології;
- проектно-профорієнтаційна робота з дітьми та школярами різного віку сільського району;
- залучення молоді до наукової роботи через навчання в МАН як напрямок STEM-освіти;
- на вебінарі для всіх ЗП(ПТ)О розглядаються «Розробка та застосування міждисциплінарних проектів як складової STEM-освіти»;

– на вебінарі для викладачів спец предметів (БО) розглянута тема «Підвищення мотивації до навчання засобами кейс-технології та «Learning apps»;

– на семінарі для викладачів інформатики та ІТ розглядаються питання «Сервіси WEB 2.0 як інструмент підвищення якості навчального процесу» та проведені: Тренінг по використанню інформаційного середовища мережі Facebook. Тренінг з розробки дидактичних засобів навчання за допомогою сервісу WEB 2.0 (H5P);

– на засіданнях секцій викладачів природничо-математичних дисциплін систематично розглядаються впровадження елементів STEM-освіти в навчальний процес.

План заходів на навчальний рік у ЗЗСО може виглядати приблизно так:

– організація участі учнів і педагогів у STEM-заходах (МАН, конференціях, конкурсах, вебінарах та ін.);

– організація участі педагогів у відео-мосту Київ-Умань за темою «...»;

– участь (навчання) педагогів області у WEB – STEM-школах за організації ІМЗО України;

– започатковано сумісну роботу МОН та навчального закладу «Педагогічна лабораторія «STEM – освіта в дії»;



– створення «творчих груп» в ЗЗСО по розробці інтегрованих уроків, навчальних та дослідницьких і міждисциплінарних проєктів, моделюванню освітнього процесу.

### **1.3. Впровадження STEM освіти в ЗЗСО**

У сучасних соціально-економічних умовах система освіти має соціальне замовлення на систему освіти з новою парадигмою та принципами. Це одночасно виклик, який потребує важкої праці, але й перевага, що дозволить трансформувати систему освіти, зважаючи на запити кожного – педагогів, вихованців та їх батьків. Завдяки новому Закону «Про освіту», яким запроваджено нову систему підвищення кваліфікації, ми маємо змогу побудувати систему, яка передбачає збільшення та розширення можливостей, враховуватиме індивідуальні потреби педагогічних працівників і дозволить кожному створювати власну траєкторію професійного зростання впродовж усього життя.

Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного, гуманітарного профілів освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання.

Розвиток STEM-освіти потребує загальної модернізації змісту освіти, матеріально-технічного й навчально-методичного забезпечення, і робота в цьому напрямі ведеться постійно. Але першочергово необхідно розв'язати проблему – розвиток

професійних компетентностей STEM-педагога.

Усвідомлення необхідності неперервного педагогічного розвитку, розуміння нових соціально-економічних викликів, що постають зараз, відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», ДВНЗ «Університет менеджменту освіти», видавництво «Видавничий дім «Освіта» ініціювали та успішно реалізують на партнерських засадах протягом 4 років соціальний всеукраїнський інноваційний освітній проєкт «STEM-школа» на платформі Українського національного агентства якості освіти. STEM-партнерство сприяло створенню відкритих освітніх ресурсів неформальної освіти, які доповнюють форми формальної освіти дорослих, засоби підвищення кваліфікації, надають можливість мотивувати педагогічних працівників активно впроваджувати освітні STEM-інновації.

Щорічно «STEM-школа» проводить дві сесії відповідно навчальної програми спецкурсу. Слухачі розвивають професійні компетентності, вивчають досвід новаторів, методичні рекомендації, приклади програм, отримують для впровадження авторські методичні матеріали, кейси інтегрованих STEM-уроків, екскурсій, тощо.

Особливого значення набуває формування компетентностей особистості, її здатності до творчого нестандартного мислення, вміння конструктивно вирішувати життєві ситуації, що визначає

конкурентоспроможність особистості у сучасних економічних умовах. Тому створення умов для розвитку STEM-освіти є пріоритетним напрямком модернізації освітньої галузі (див. Рис. 1.).



Рис. 1. Формула «Нової української школи»

#### 1.4. Досвід організації STEM освіти в закладах загальної середньої освіти

Доцільно розглянути досвід організації STEM освіти в закладах загальної середньої освіти, який реалізується засобами таких заходів:

- інноваційних проєктів STEM-освіти в реалізації програми «Нова українська школа»;

- презентацій учнівських проектів з моделювання, конструювання, молекулярної кулінарії та виготовлення мобільної робототехніки, електромеханіки, швейних виробів та інше»;
- використання науково-технічного та інформаційного потенціалу наукових бібліотек для реалізації учнівських STEM-проектів;
- проведення обласного конкурсу на виготовлення Логотипу «STEM освіта» – пілотний учнівський проект;
- особливостей використання STEM-технології при вивченні фізики, математики;
- майстер-класів з проведення інтегрованого уроку спецтехнології з професії «кухар-кондитер», виробничого навчання, природничо-математичних дисциплін та зарубіжної літератури «Приготування страви...».

**STEM** – це великий вибір можливостей професійного розвитку, надання учням доступу до технологій. Сьогодні, коли світ перетинається комп'ютерними мережами, діти створюють цифровий контент, обмінюються ним та використовують його в великих масштабах. Вони запускають веб-сайти, знімають фільми на телефони, створюють власні ігри. STEM-технології вимагають від учнів великих здібностей до критичного мислення, вміння працювати як в команді так і самостійно.

## **Розділ 2. Методичні аспекти організації STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України**

### **2.1. Організаційна, навчально-методична робота із STEM-освіти**

Впровадження STEM-освіти на всіх рівнях здійснюється відповідно затвердженого Міністерством освіти і науки України Плану заходів на 2016-2018 роки.

У своїй діяльності педагогічні працівники користуються глосарієм термінів, який було створено ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» з метою популяризації та узгодження розуміння сутності поняття STEM, науково-методичних підходів до розбудови напрямів STEM-освіти (режим доступу: <http://www.imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy/>).

Запровадження STEM-навчання на засадах особистісно-зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів має відбуватися в межах чинного законодавства без очікувань повного переходу до другого покоління Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти й нових навчальних програм. Це доцільно робити для розуміння напрямів освітніх реформ та, водночас, щоб зробити навчання учнів більш якісним та сучасним вже сьогодні. Ці підходи як в основній, так і у профільній школі слід запроваджувати поступово.

Педагоги загальноосвітніх, позашкільних закладів здійснюють навчальну діяльність у 2017/2018 навчальному році відповідно чинних навчальних програм, з якими можна ознайомитись на сайті Міністерства освіти і науки України ([www.mon.gov.ua](http://www.mon.gov.ua)). Проте програма не обмежує творчу ініціативу педагогів, передбачаючи гнучкість у відборі та розподілі навчального матеріалу відповідно до потреб вихованців, у застосуванні методів і засобів навчання (навчально-методичні комплекти, підручники, програми спец. Курсів, посібники, аудіо, відео матеріали тощо).

Здійснення переходу до компетентнісної моделі навчання та впровадження нових методичних підходів, перш за все, передбачає:

- принципово нову інтеграцію дисциплін у педагогічному процесі, зміщення акцентів у навчальній діяльності з традиційних навчальних дисциплін на міждисциплінарні;
- оновлення структури та змісту навчальних предметів, спеціальних курсів тощо;
- визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметні компетентності учня/учениці;
- запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентнісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу;

- запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study, інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик з розвитку критичного і системного мислення тощо;
- корегування змісту окремих тем навчальних предметів з акцентом на особистісно-розвивальні, ігрові методики навчання, ціннісне ставлення до досліджуваного питання;
- створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проектної діяльності та розробки стартапів.

Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки/заняття, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, що сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на уроці.

Інтегровані уроки можуть проводитись двома шляхами:

- через об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів;
- через формування інтегрованих курсів або окремих спецкурсів шляхом об'єднання навчальних програм таких курсів/предметів.

Основою ефективності таких уроків/занять є чітке визначення мети і відповідне їх планування для забезпечення різнобічного розгляду учнями певного об'єкта, поняття, явища з

використанням навчальних засобів різних предметів. Особливість планування і проведення інтегрованих, бінарних уроків полягає у тому, що вони можуть проводитись як одним учителем, який викладає предмети, що інтегруються, так і декількома. Через складність координації діяльності педагогів у другому випадку таких інтегрованих уроків проводиться неогрунтовано мало, тому необхідно планувати їх заздалегідь всіма вчителями паралелі. У випадках, коли програмовий матеріал різних навчальних предметів дозволяє інтегрувати його в межах одного навчального дня, можуть організовуватися «тематичні дні», коли всі уроки за розкладом спрямовують на реалізацію єдиної навчально-виховної мети, досягнення конкретного результату.

З метою залучення учнів до практичної діяльності бажано розширити діапазон організаційних форм, методів навчання, способів навчальної взаємодії та надати пріоритет засвоєнню навчального матеріалу у процесі екскурсій, квестів, конкурсів, фестивалів, хакатонів, практикумів тощо.

Водночас, для формування і перевірки предметних компетентностей учитель має спиратися на систему інтегрованих завдань, спрямованих на застосування учнями способів навчально-пізнавальної діяльності, знань, умінь і навичок для розв'язання певних задач у змодельованих життєвих ситуаціях.



Одним із ефективних засобів формування компетентностей є дослідно-проектна діяльність. Виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів під керівництвом учителя. У процесі вивчення різних тем окремі діти або групи упродовж певного часу розробляють навчальні проекти. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності вихованців, допомагає у визначенні мети, завдань навчального проекту, орієнтовних методів/приймів дослідницької діяльності та пошуку інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних завдань. Учні самостійно або разом із учителем обирають форму презентації, захисту отриманих результатів. Оцінювання проектної діяльності здійснюється індивідуально, за довільною системою.

Під час виконання навчальних проектів вирішується ціла низка різнорівневих дидактичних, виховних і розвивальних завдань: набуваються нові знання, уміння і навички, які знадобляться в житті; розвиваються мотивація, пізнавальні навички; формується вміння самостійно орієнтуватися в інформаційному просторі, висловлювати власні судження, виявляти компетентність. Проектно-дослідна діяльність сприяє формуванню соціальних компетенцій, дозволяє пройти технологічний алгоритм від зародження інноваційної ідеї до

створення комерційного продукту – стартапу, а також навчитися презентувати його потенційним інвесторам. У перспективі це сприяє зміні ціннісних пріоритетів та світоглядної позиції у молоді в бік формування відповідальної, соціально-активної, громадсько-патріотичної врівноваженої поведінки.

План заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки передбачає створення STEM-центрів/лабораторій на базі загальноосвітніх (регіональних опорних шкіл), позашкільних навчальних закладів, наукових лабораторій, які мають відповідну матеріально-технічну, науково-методичну базу, фахівців для організації ефективної навчальної та науково-проектної діяльності. Робота STEM-центрів/лабораторій має регламентуватися чинним Положенням і бути спрямована на підтримку та розвиток STEM-освіти.

Профіль освітньої діяльності STEM-центрів/лабораторій визначається зовнішніми і внутрішніми чинниками, серед яких головними є сучасна матеріально-технічна база, підготовлені педагогічні кадри, а також підтримка і сприяння з боку керівництва навчального закладу. Актуальними напрямками такої діяльності нині виступають робототехніка та інженерні розробки; аерокосмічні технології 3D-моделювання; винахідництво; хіміко-біологічні технології; Лего-конструювання; основи веб-дизайну; основи винахідницької діяльності; основи інформатики та ін.

З метою об'єднання ресурсів, узгодження дій керівникам новостворених STEM-центрів/лабораторій важливо приєднуватися до Всеукраїнської мережі STEM-центрів, яка є невід'ємною складовою організаційно-методичної роботи щодо розвитку напрямів STEM-освіти.

## **2.2. Матеріально-технічне та інформаційне забезпечення**

Ефективність STEM-навчання, запровадження інноваційних методик Нової української школи, залежить від оновлення матеріально-технічної бази як предметів природничо-математичного циклу, так і навчального закладу в цілому. Навчальні, сучасні інформаційні засоби навчання, вимірювальні комплекси сприяють мотивації до навчально-дослідної, інтелектуальної й творчої діяльності учнів, розвитку пізнавального інтересу та формуються предметні компетентності, водночас, створюючи відповідні умови для розвитку профільного навчання.

З метою забезпечення єдиних підходів і вимог до рівня надання освітніх послуг природничо-математичного напрямку та рівних умов здобуття якісної освіти для всіх дітей педагогам необхідно розробити план оновлення матеріально-технічної бази кабінетів природничо-математичних предметів керуючись «Типовим переліком засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів

природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів», який визначає загальні та спеціальні вимоги до матеріально-технічного обладнання і є обов'язковим для засобів навчання та навчального обладнання.

У рамках реформи децентралізації оновлення матеріально-технічної бази навчальних закладів відбувається переважно коштом Державної субвенції на рівні місцевих органів влади, тому створення належних умов навчання безпосередньо залежить від ініціативності, професійної компетентності педагогів закладу.

З найбільш поширених засобів навчання для здійснення STEM-навчання є конструктори, робото-технічні системи, моделі, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні прилади, електронні пристрої (3D принтери, комп'ютери, цифрові проектори, проекційні екрани різноманітних моделей, оверхед-проектори, копії-дошки, інтерактивні дошки, документ-камери, проекційні столики тощо) (див. Рис. 2–6).



Рис. 2. Настільна фрезерна машина



Рис. 3. Цифровий лазерний верстат

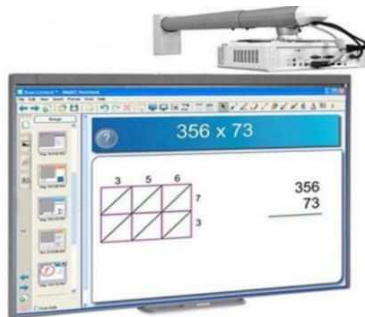


Рис. 4. Інтерактивний комплекс Smart Board + Infocus (широкоформатний)



Рис. 5. 3D лабораторія School з витратними матеріалами на навчальний рік



Рис. 6. Сучасна STEM-лабораторія

Їх використання надає учням змогу здійснювати проектну та дослідницьку діяльність, реалізувати завдання моделювання різноманітних процесів і явищ та усвідомлено формувати якісно нові міжпредметні знання.

У STEM-центрах, лабораторіях використовуються актуальні високотехнологічні засоби навчання та обладнання, які пов'язані з технічним моделюванням, електротехнікою, ІТ-технологіями, науковими дослідженнями в області біо-, нано-енергозберігаючих технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою й інтелектуальними системами, радіотехнікою і електронікою, авіацією, аерокосмічною технікою та ін.

Водночас, доцільно використовувати ресурси STEM-центрів, лабораторій вищих навчальних закладів та науко-технічних станцій і лабораторій. Для якісного та ефективного проведення навчальних досліджень, проектних робіт педагоги та

їх вихованці можуть скористатися ресурсною базою міжпредметного лабораторного комплексу Національного центру «Мала академія наук України» «МАНЛаб» (<http://manlab.inhost.com.ua>). Лабораторія містить значну кількість методичних розробок, відеозаписів експериментів, лекцій та пропозицій для співпраці по здійсненню учнівських досліджень. Допомога здійснюється на безкоштовній основі.

Інформаційно-комунікативні технології суттєво збільшують спектр методичних підходів щодо створення мережі STEM-центрів/лабораторій та дають можливість відкривати їх віртуальні версії, наприклад відкрито у рамках дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня Всеукраїнський науково-методичний віртуальний STEM-центр (ВНМВ STEM-центр). Наразі він працює у тестовому режимі.

Практика показує, що відкриті освітні інтернет-ресурси є доповненням до традиційних засобів навчання, забезпечують рівний доступ до якісної освіти молоді різних вікових груп, можливостей, зокрема дітей з особливими потребами, а також дають можливість використання різних форм навчання (індивідуальне навчання, групова робота, фронтальна робота, проектна діяльність).

Освітні сайти, віртуальні лабораторії, імітаційні тренажери, інтерактивні музеї роблять проведення дослідних експериментів доступними, а процес навчання творчим. Так, використання

якісних освітніх інтернет-ресурсів, з одного боку, створює позитивну мотивацію до опанування учнями STEM дисциплінами, а з іншого – сприяє колективній навчальній діяльності усіх суб'єктів освітнього процесу.

У навчальній діяльності вчитель може користуватися або рекомендувати учням для самоосвіти різноманітні освітні інтернет-ресурси, наприклад: <http://manlab.inhost.com.ua/>; <https://learningapps.org/2060328>; <http://innovationslab.com.ua/>; <http://www.lingva.ua>

При використанні таких ресурсів вчителю необхідно ознайомити учнів з можливостями ресурсу та провести бесіду щодо правил Інтернет-безпеки, правил етичної поведінки та дотримання авторських прав. Нажаль, переважна більшість веб-ресурсів для підтримки STEM-навчання мають англomовний інтерфейс, а їх ефективне використання неможливе без відповідної мовної компетентності користувачів.

### **2.3 Участь дітей та молоді у заходах за STEM напрямом**

Потужним засобом заохочувального відбору молоді, яка згодом зможе реалізувати себе у науково-технічній сфері є участь у конкурсах, олімпіадах, конференціях, турнірах, наукових пікніках, фестивалях та інших інтелектуальних змаганнях.



Закладам освіти, що працюють за напрямом STEM, доцільно включити у плани навчально-виховної роботи у навчальному році проведення науково-просвітницьких акцій, STEM-тижнів, організацію літніх та зимових таборів, які будуть містити заходи/заняття за напрямками STEM-освіти, наукових пікніків, Днях науки, фестивалів з мейкерства, науково-технічної творчості тощо. Окрім того, організовувати та проводити заходи з профорієнтації за форматом популярних проєктів «Професії майбутнього», «Дівчата STEM», «ІТ-дівчата» враховуючи місцеві потреби ринку праці та можливості підприємств, бізнес-структур регіону. Педагоги можуть взяти активну участь (або розробити власні заходи у рамках фестивалю) у Всеукраїнському фестивалі STEM-весна («Festival STEM-spring»), Європейському STEM-тижні, X Всеукраїнському фестивалі з робототехніки («Robotika»), а також у фестивалів нового формату «Maker Faire», стартапів «Class ідея», логічних ігор «Кубик Рубика» тощо.

Учні можуть взяти участь у заходах за підтримки Міністерства освіти і науки України, наприклад: олімпіади з предметів природничо-математичного циклу, комплексна олімпіада з математики, фізики, ІКТ «Турнір чемпіонів», міжнародний математичний конкурс «Кенгуру», міжнародний ІТ-конкурс «Бобер», міжнародна дистанційна гра-конкурс «Олімпіс», Всеукраїнський фізичний конкурс «Левеня»,

Всеукраїнський Інтернет-турнір «Відкрита природнича демонстрація», Всеукраїнські інтерактивні конкурси «МАН-Юніор Дослідник» і «МАН-Юніор Ерудит», науково-технічна виставка-конкурс молодіжних інноваційних проєктів «Майбутнє України», міжнародний науково-пізнавальний марафон «День комети», Всеукраїнська конференція-конкурс науково-дослідних робіт школярів «Зоряний шлях»; змаганнях з робототехніки «DRON», «Robotika», «Robotraffic» тощо. Більш детальну інформацію про порядок, терміни проведення заходів можна дізнатися на веб-сайті Міністерства освіти і науки України ([www.mon.gov.ua](http://www.mon.gov.ua)), ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» ([www.imzo.gov.ua](http://www.imzo.gov.ua)) та безпосередньо на однойменних сайтах заходів.

Професійна майстерність педагогів із впровадження STEM-освіти багато в чому визначається компетентністю та рівнем професійної діяльності науково-педагогічних працівників, наскільки вони активно використовують новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міждисциплінарного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвиток дослідницьких компетенцій. У зв'язку з цим, останнім часом посилена увага приділяється здійсненню якісної підготовки педагогів, реалізації довгострокових ініціатив щодо їх професійного розвитку на курсах підвищення кваліфікації в ІППО та міжкурсівий період.

Розвитку професійної компетентності педагогічних працівників буде сприяти участь у різнопланових заходах регіонального, всеукраїнського, міжнародного рівнів: науково-практичні конференції, семінари, вебінари, STEM-фестивалі, конкурси, заняття у web-STEM-школі «STEM-освіта вчителя», тощо. На таких заходах освітяни не тільки отримують нові знання, доступ до нових ресурсів, але й мають змогу презентувати власні наробки та обмінюватися новими думками, ідеями, досвідом. Вчителям відповідно до вектора свого фахового зростання необхідно використовувати всі пропозиції і долучатися до проектів, які реалізують не тільки державні освітні установи, а і громадські, міжнародні (грантові), комерційні. Наприклад, з метою підвищення якості викладання предмету, якісного проведення практичних робіт, дослідів з використанням сучасних вимірювальних комплексів педагогічні працівники можуть консультиватися та пройти стажування у міжпредметному лабораторному комплексі «МАНЛаб».

Інформацію про події з питань організації навчання за напрямками та проблематикою STEM-освіти, які проводить Міністерство освіти і науки України, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», безпосередньо відділ STEM-освіти у 2017/2018 навчальному році педагогічні працівники можуть отримувати з офіційних сайтів установ та зі сторінок соціальних

мереж, наприклад, приєднавшись до групи на сторінці Facebook – відділ STEM-освіти.

З метою підвищення фахової ерудованості педагога мають можливість взяти участь у Всеукраїнських конкурсах-змаганнях: «Геліантус – учитель» (конкурс для вчителів фізики, хімії, біології, географії, природознавства, екології, основ здоров'я та початкових класів), «Наука на сцені», Інтернет-конкурс «Учитель року» за версією науково-популярного природничого журналу «Колосок», у конкурсі на здобуття премії «Global Teacher Prize Ukraine» та інших.

Суттєву допомогу щодо підвищення фахового рівня та якісної підготовки до уроків педагогам надають фахові науково-методичні видання Міністерства освіти і науки України, науково-популярні, фахові журнали з природничих дисциплін.

Успішний розвиток STEM-освіти здійснюється через партнерську взаємодію, залучення ресурсів та співробітництво у процесі навчання й викладання між педагогічними колективами і зовнішніми учасниками, такими, як вищі навчальні заклади, академічні наукові установи, науково-дослідні лабораторії, наукові музеї, природничі центри, підприємства, бізнес-структури, громадські та інші організації. Особлива увага приділяється співробітництву фахівців різного профілю у розробці спеціального середовища навчання з використанням ІКТ.

## **Розділ 3. Організація STEM в сільській школі**

### **3.1. STEM «розумний» кабінет**

Нині все, від гаджетів до інформації, дуже швидко застаріває і традиційні методики навчання не виняток – для кожного наступного покоління дітей вони все менш ефективні. Альтернативою сьогодні є STEM-освіта. Щоправда, це не лише методика, а й модель, підхід тощо. STEM – це аббревіатура зі слів: Science (наука) Technology (технології) Engineering (інженерія) Mathematics (математика). Саме ці напрями лежать в основі STEM-освіти. Науку, технології, інженерію та математику учні вивчають не окремо, а комплексно. При цьому чи не найважливішу роль відіграє практичне застосування отриманих знань: учні не просто ознайомлюються з новими напрямами розвитку точних наук та інженерії, а навчаються реалізовувати вивчене на практиці. Поєднувати можна різні навчальні предмети, тож STEM – це поле для творчості вчителя й учнів.

Сьогоднішню систему освіти неможливо уявити без комп'ютерних технологій, різноманітних гаджетів, інтернет-мережі. Вони дозволяють реалізувати різноманітні ідеї незалежно від місця знаходження закладу та його віддаленості від великих науково-технічних центрів. Завдяки цьому сільська молодь має рівний доступ до якісної освіти і широкі можливості у підготовці до життя у високотехнологічному конкурентному

світі – світі техніки і новітніх технологій. Спеціалісти майбутнього повинні вміти взаємодіяти з різними людьми, бути комунікабельними, бути готовими працювати в команді.

А саме цьому вчить робота над предметними проектами. Навчальна програма з фізики та трудового навчання вже з 7 класу налаштовує дітей на виконання проектів, теми яких вчитель може обирати самостійно, враховуючи матеріальне забезпечення школи та нахили учнів. При роботі над предметними проектами учні об'єднуються в групи, створюючи разом з вчителем колектив однодумців для розв'язання поставленої проблеми. А застосування медіа-освітніх технологій взагалі змінює відносини педагога та учня. Тепер вони партнери, вчитель коригує і направляє роботу учнів.

Розглянемо роботу над проектом «Механічний рух». Цей проект розробляється учнями 7 класу. Під час вивчення даної теми учні зрозуміють особливості механічного руху як фізичного явища, навчаться описувати його за допомогою фізичних величин, будуть розраховувати пройдений шлях, порівнювати його із переміщенням. Навчаться визначати швидкість, час руху. Встановлять залежність між величинами, які описують рух. Цей проект допоможе учням сформувати поняття про механічний рух; переконатися в різноманітні механічних явищ у природі, побуті, техніці. Працюючи над проектом, діти вдосконалять навички дослідницької роботи,

презентують отримані результати, використавши різноманітні медіа.

Міністерство освіти і науки України затвердило типовий перелік для шкільних природничих кабінетів та STEM-лабораторій.

Про це йдеться в наказі Міністерства освіти і науки України від 29 квітня 2020 року №574, опублікованому на [сайті МОН](#).

Затверджені переліки стосуються кабінетів:

біології, географії, математики, фізики, хімії, а також STEM-лабораторій.

Наприклад, для STEM-лабораторій передбачають 3D-принтер, 3D-сканер, 3D-ручки, цифрові фрезерувальний, лазерний та токарний верстати, програмовані електронні модулі, мультимедійне та вимірювальне обладнання тощо.

### **3.2. STEM-проєкт в сільській школі**

У сільській місцевості до школи частина дітей приходить пішки, частину підвозять батьки, іншу везе шкільний автобус із сусідніх населених пунктів. Тому швидкість руху до школи різна. Досліджуючи, від яких факторів залежить швидкість руху, семикласники спочатку визначили швидкість традиційним способом: ті, хто живуть недалеко від школи, порахували кількість кроків і час руху, а ті, хто їдуть, визначили час руху свого транспорту (авто чи автобусу) і дізналися у батьків чи

водія швидкість, з якою зазвичай ті рухаються. Частина уроку присвячена визначенню відстані з використанням карт Google. Тут у нагоді стають мобільні телефони і планшети, які діти приносять до школи.

Дані, отримані різними шляхами, можна порівняти, визначити похибку, з обчисленням якої учні вперше стикаються саме в 7 класі. За отриманими результатами складаємо таблицю. Це краще робити за допомогою табличного процесора, бо в Excel, наприклад, можна виконати додаткові обчислення, як то: загальні шлях і час, середня швидкість. Семикласники вивчають табличний процесор, тому побудова діаграм і нескладні обчислення спонукають до набуття нових знань (див. Рис. 7).

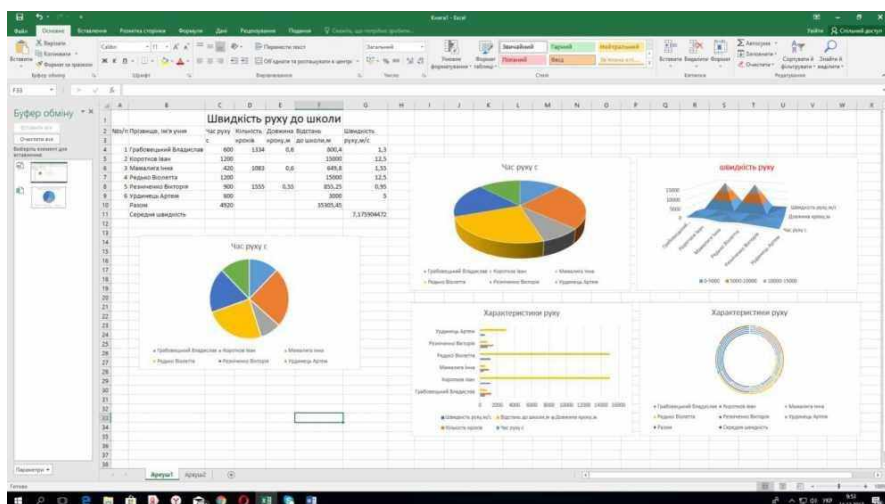


Рис. 7. Додаткові обчислення проектної роботи

Наступним кроком в активізації пізнавальної діяльності учнів під час виконання проекту є створення карт знань [2]. Ці



карти також називають ментальними, асоціативними картами або картами розуму. Це ніщо інше, як інформаційна модель, подана у структурній формі у вигляді схеми, яка відображає взаємозв'язки між об'єктами та явищами. В нашому випадку - це механічний рух і об'єкти, які він охоплює. Редакторами карт є кілька програм. У наших умовах найбільше підійде програма FreeMind («FreeMind» – вільна програма для створення мап думок.), яка має зручний і досить змістовний інтерфейс, проста у використанні, хоча англійська. Звісно, вчитель сам має опанувати хоча б декілька медіа-освітніх технологій, щоб потім надавати консультації учням. Стосовно FreeMind: програму можна безкоштовно завантажити з офіційного сайту розробника FreeMind ([freemind.sourceforge.net](http://freemind.sourceforge.net)) (див. Рис. 8).

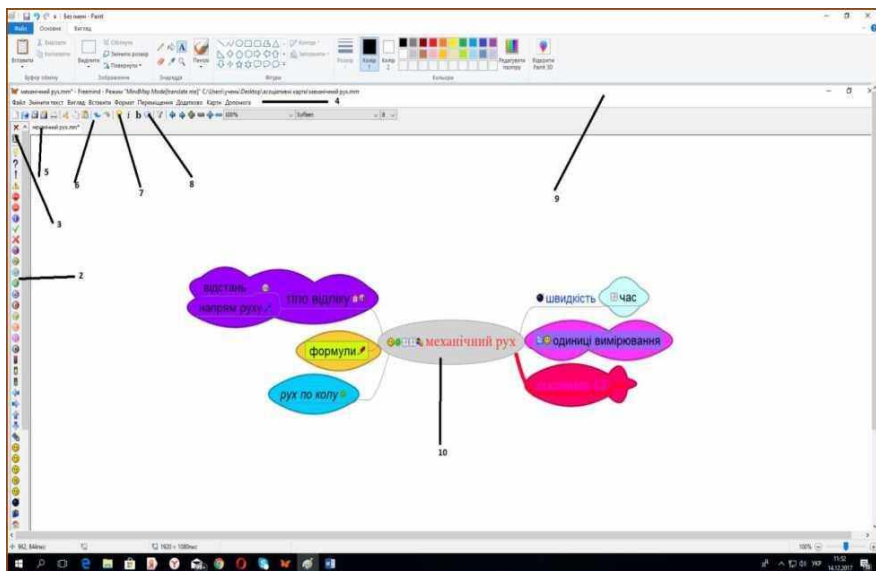


Рис. 8. Виконання у програмі Free Mind

Для створення нового проекту карти знань виконуємо команду **Файл > Новий**. Програма матиме такий вигляд:

1. Поле введення нотаток
2. Панель піктограм
3. Кнопка видалення піктограм
4. Рядок меню
5. Заголовок карти знань
6. Панель інструментів
7. Кнопка Новий дочірній вузол
8. Кнопка Хмара
9. Робоча область
10. Кореневий вузол

У центрі **Робочої області** при відкритті нової карти буде розміщено кореневий вузол (у нас це – механічний рух). Щоб вибрати новий дочірній вузол натискаємо відповідну кнопку на **Панелі інструментів**. Уводимо напис для нового вузла. У такий спосіб можна створити довільну кількість дочірніх вузлів. Якщо карту створює вчитель, то таких вузлів буде багато і вони матимуть асоціативні зв'язки між собою. Крім того, кожен вузол можна зв'язати з документом за допомогою гіперпосилань (**Вставити > Вказати посилання (вибір > файлу) вибрати файл > Орен**). Після цього поруч з текстом з'явиться червона стрілка. Можна створити гіперпосилання на сторінку в Інтернеті

(Вставити > Вказати посилання (текстове поле) увести URL - адресу веб-сторінки в поле Змінити посилання вручну у вікні Input OK). Текст у вузлах можна редагувати, замінювати зображення, переміщувати (Переміщення > Node Left (вліво) або Node Right (управо)). Такі карти можна зберігати у різних форматах, друкувати, розміщувати на веб-сторінках. Якщо карту необхідно помістити в текстовий документ або презентацію, то зберігаємо наступним чином: Файл > Експортувати Як РН Габо як ЗРЕО і файл матиме такий вигляд (див. Рис. 9):

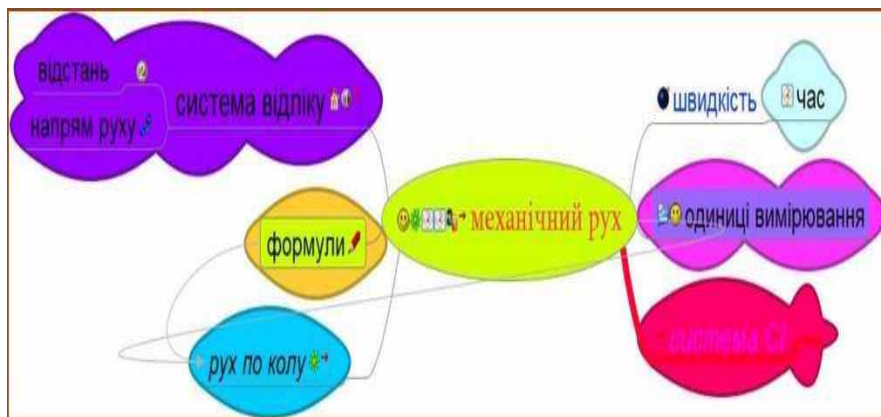


Рис. 9. Вигляд файлу

Цю карту створено учнем і тому вона має небагато об'єктів, але має гіперпосилання. І той напис, який учень вважає важливим, виділено за допомогою властивості **Мерехтіння**. Зрозуміло, що треба навчитись керувати і показом, бо асоціативні карти, створені у цій програмі, інтерактивні, батьківські вузли можна переміщувати в **Робочій області** разом

з дочірніми вузлами. Якщо вузол карти є гіперпосиланням на деякий документ або веб-сторінку, то після вибору цього вузла необхідні документ або сторінка відкриваються у вікні відповідної програми.

Розглянемо ще один із сервісів, який дає можливість організації інтерактиву під час уроку. Це сервіс **Tagul** (tagul.com) [1]. Цей сервіс дозволяє створити хмару слів з тексту, введеного користувачем або з веб-сторінки з адресою. Хмара може мати різну форму і кольорове рішення. Кожне слово хмари являє собою гіперпосилання для пошуку у Google.

Якщо вирішили опанувати цей сервіс, зареєструйтесь або увійдіть до нього за допомогою однієї із соціальних мереж (Facebook, Google+, Twitter). Майже всі діти нашої школи зареєстровані у Facebook, тому перехід до сторінки конструктора створення хмари тегів труднощів не викликає. Приступаємо до створення хмари слів. Вводимо назву хмари: механічний рух, потім – потрібний текст. Найпростіший спосіб введення слів – безпосередньо в таблицю у стовпчик «Text» (для переходу на новий рядок натискаємо клавішу Enter). Вибираємо форму хмарки. Вибираємо макет розташування. Далі можна вибрати колір та анімацію, відредагувати текст. Після попереднього перегляду хмару зберігаємо у список власних хмар. Тепер її можна використовувати (див. Рис. 10).

Особливе місце в розвитку здібностей учнів до аналітичної

роботи, здатності критично мислити займає Інтернет-сервіс мультимедійних дидактичних вправ Learning Apps. Сервіс Learning Apps.org є додатком Web 2.0 для підтримки освітніх процесів у навчальних закладах різних типів.

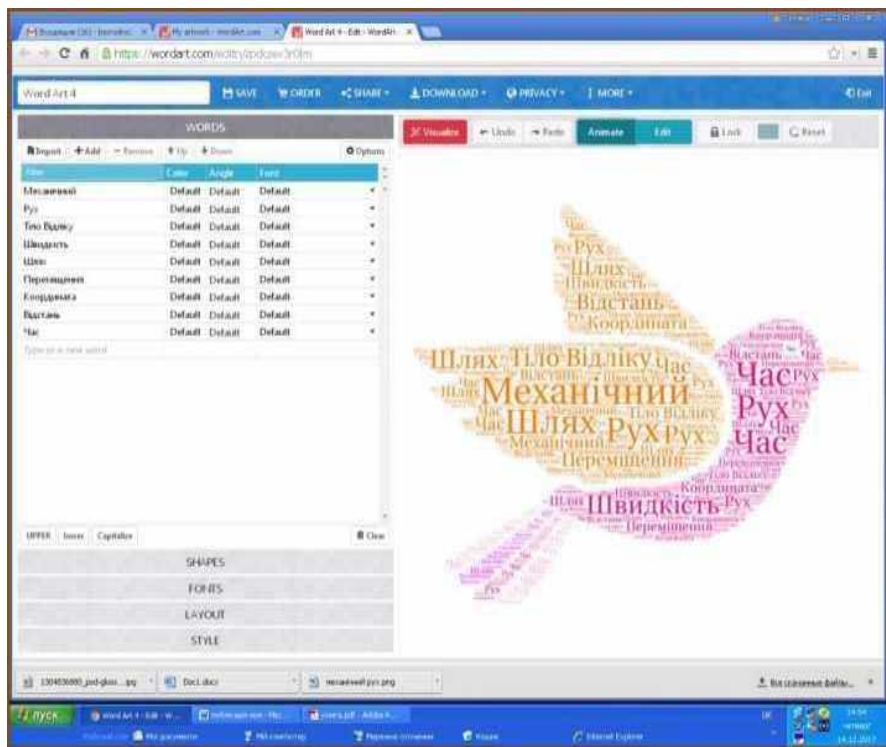


Рис. 10. Створена хмара

Особливе місце в розвитку здібностей учнів до аналітичної роботи, здатності критично мислити займає Інтернет-сервіс мультимедійних дидактичних вправ Learning Apps. Сервіс

Learning Apps.org є додатком Web 2.0 для підтримки освітніх процесів у навчальних закладах різних типів. За його допомогою можна розробляти, зберігати інтерактивні завдання з різних шкільних дисциплін. Учні можуть перевірити і закріпити свої знання в ігровій формі, що також сприяє розвитку пізнавальної активності. Сервіс Learning Apps надає можливість отримання коду для того, щоб інтерактивні завдання були розміщені на сторінки сайтів або блогів викладачів і учнів. У нас в школі ми це практикуємо, і батьки за допомогою інтерактивних вправ мають змогу перевірити знання своїх дітей.

Учні мають власну поштову скриньку, яку створили на уроках інформатики, тому створення власного акаунту в онлайн-овому середовищі Learning Apps труднощів не викликає, треба тільки уважно заповнити кожен рядок. І перш ніж перейти до створення власних проектів, діти розглядають вже готові, які розміщені в галереї сервісу. Ми розглянемо створення інтерактивної вправи до проекту «Механічний рух» (див. Рис. 11).

Серед переліку можливих вправ (створити пару, класифікація, числа пряма, вікторина та інші) діти обирають ту, яка їм до вподоби. У вправах можна додавати текст, зображення, звук, відео. Обравши інтерактивне завдання, створюємо подібне, натиснувши відповідну кнопку.



Рис. 11. Інтерактивна вправа

В нашому прикладі обираємо кнопку «Фрагменти зображення» й покроково виконуємо всі запропоновані дії. Зображення до вправи додаємо через діалогове вікно «Вибрати зображення». Його можна знайти із запропонованих («Шукати зображення») і за потреби відреагувати, «Використати зображення», вставивши у відповідну строку URL-адресу вподобаного зображення, а можна використати «Вставка зображення з диску» (через кнопки діалогового вікна або перетягнути потрібне зображення просто в поле вибору малюнка Learning Apps, утримуючи ліву кнопку миші). До речі, програма з інформатики передбачає знайомство учнів з такими

діями. Потім вправу зберігаємо у розділі «Мої вправи». При потребі її можна знову відкрити і відредагувати. Якщо вона вже не потребує редагування, зберігаємо остаточний варіант за допомогою кнопки «Завершити редагування та переглянути вправу» (див. Рис. 12, 13).

Внизу вікна є повідомлення про можливості використання вправи: демонстрація (можна подавати у двох режимах: звичайному (з відображенням вікна Learning Apps) та у повноекранному режимі).



Рис. 12. Виконання завдання з Learnin Apps



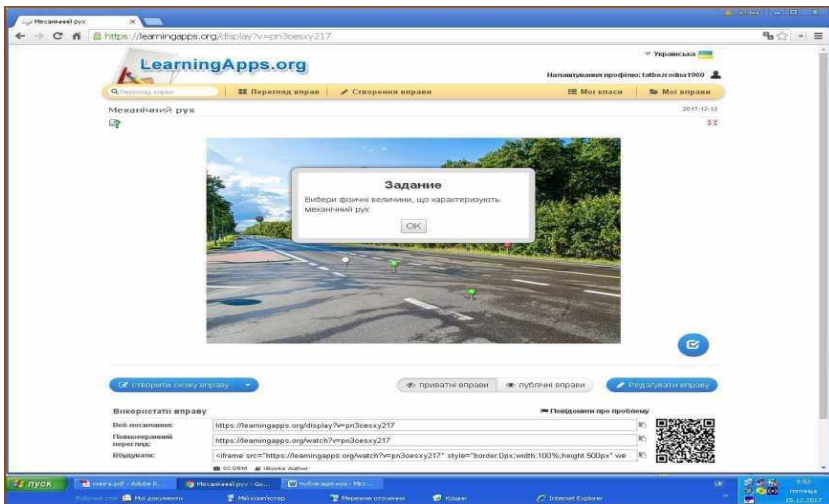


Рис. 13. Виконання завдання з Learning Apps

Щоб вбудувати вправу на інший онлайн-сервіс, треба скопіювати її HTML-код, поданий у полі «Вбудувати», а потім перейти в потрібний сервіс), обрати режим роботи з HTML-кодами сторінки і вставити скопійований код в потрібне місце.

Інтерактивні вправи – це цілком конкретний продукт діяльності учнів, який можна використовувати на уроках, вдома, готуючи уроки, під час організації квестів тощо. Учні старших класів створюють такі вправи для молодших школярів.

Варіантів із створенням і використанням таких інтерактивних завдань безліч. У кожній школі є діти, які своє майбутнє пов'язують з комп'ютерними технологіями. Але часто бажання працювати на комп'ютері не поєднується із визначенням майбутньої професії. Створюючи інтерактивні вправи, підлітки опановують знання, необхідні для ІТ-професій.

### 3.3. Створення хакатону

Ще одна форма роботи, що входить у педагогічну практику – це хакатон.

Хакатон — захід, під час якого різні спеціалісти в галузі розробки програмного забезпечення інтенсивно і згуртовано разом працюють над розв'язанням якоїсь проблеми, або створенням нового додатку чи сервісу.

Розглянемо проведення короткого навчального хакатону на прикладі теми «Механічний рух», де його можна організувати тривалістю 2 години. Семикласники беруть участь, а консультують їх десятикласники. Хакатон проводиться в комп'ютерному класі з урахуванням всіх санітарних норм (режим провітрювання приміщення, тривалість роботи за комп'ютером).

Продукт хакатону – програма, яку написано в середовищі Scratch. З цим програмним середовищем учні знайомі з уроків інформатики. Програма загальнодоступна, безкоштовна; її використання не залежить від можливостей батьків або школи. Програмування в Scratch цікаво дітям, відповідає духу часу і запитам майбутнього, використовується для технічних галузей. Школярі займаються дослідництвом, творчістю і мейкерством (винахідництвом). За допомогою Scratch можна займатись і робототехнікою, але це вже потребує матеріальних затрат. Виконавцем подій виступає обраний нами спрайт (Спрайт –

об'єкт чи персонаж у Скретчі, який можна запрограмувати для виконання дій, що базуються на скриптах у проєкті, використовуючи блоки). Для нього потрібно написати свою систему команд. Якщо спрайтів кілька, рух кожного описується своїми командами (скриптами), які виконуються на сцені. Причому фон для сцени і виконавців можна імпортувати у програму (обрати свої фото). Якщо діти добре знайомі з програмуванням, можна скласти програму порівняння руху гепарда, наприклад, і швидкісного потягу.

Кожен проєкт починається з ідеї. Для нашого проєкту учні висунули ідею створення програми руху до школи трьох учнів, які живуть в різних куточках села. Перед початком роботи учасники хакатону об'єднались в групи відповідно до обраних ними ролей: «дизайнери», «теоретики», «програмісти», «аналітики».

«Теоретики» дослідили, яким шляхом рухається кожен із спрайтів, склали план руху, визначили його траєкторію. «Дизайнери» обрали фон для сцени (карти Google), відредагували фотографію вулиць села, створили образ спрайтів. І настала черга «програмістів». Після того, як програма була готова, аналітики перевірили, чи співпадає результат з очікуваним, чи досягнута мета.

Створюючи цей проєкт, учні набули навичок сучасних професій дизайнера, режисера, тестувальника, менеджера,

математика, фізика, програміста. І всі ці професії пов'язані з ІТ-технологіями, що є невід'ємною частиною STEM-освіти (див. Рис. 14).

Звісно, інформаційних технологій сьогодні багато, і не кожному ми використовуємо щодня, але розуміємо, що сучасний навчальний процес неможливий без них. Їх впровадження сприяє розвитку дослідницької компетентності, дозволяє використовувати сучасні інформаційні технології для проведення різноманітних вимірювань, наближає до реального життя.



Рис. 14. Створення проекту хакатону

Звісно, інформаційних технологій сьогодні багато, і не кожному ми використовуємо щодня, але розуміємо, що сучасний

навчальний процес неможливий без них. Їх впровадження сприяє розвитку дослідницької компетентності, дозволяє використовувати сучасні інформаційні технології для проведення різноманітних вимірювань, наближає до реального життя.

Впровадження інформаційних технологій у викладанні STEM – предметів розкриває широкі можливості для розвитку дослідницької компетентності учнів із залученням новітніх цифрових інструментів для вимірювання, аналізу, моделювання об'єктів та явищ, що вивчаються; обробки, систематизації та презентації отриманих у процесі дослідницької діяльності результатів. Одночасно з цим, знання та навички, отримані підлітками на уроках інформатики, отримують прикладний характер, їх використання стає усвідомленим, спрямованим на отримання практичного результату. Така інтеграція інформаційно-комунікаційних технологій у викладання STEM-предметів сприяє залученню учнів до науково-дослідної діяльності та створення міжпредметних проєктів.

## **Розділ 4. STEAM-освіта та її форми в Українських ЗЗСО**

### **4.1. STEAM-підхід**

STEAM-підхід – один із проривних інструментів трансформації сучасної вищої освіти

Вперше ідея та аббревіатура STEM були запропоновані у 2001 році вченими Національного наукового фонду США як орієнтир для оновлення системи підготовки сучасних інженерів та дослідників у вищих навчальних закладах.

Абревіатура STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) розшифровується як «Наука, Технології, Інженерія, Математика» та позначає практико-орієнтований підхід до побудови змісту освіти та організації навчального процесу.

Ідея була підтримана урядом, громадськими організаціями та багатьма корпораціями США, у тому числі такими технологічними лідерами як Intel та Xerox. У результаті принципи STEM почали активно застосовувати формування освітніх програм багатьох американських університетів.

Згодом STEM-підхід був підхоплений багатьма країнами світу такими як Франція, Великобританія, Австралія, Ізраїль, Китай, Канада, Туреччина, Україна тощо.

В основі STEM-підходу лежать чотири принципи:

1. Проектна форма організації освітнього процесу, під час якого здобувачі освіти об'єднуються у групи для спільного вирішення навчальних завдань.

2. Практичний характер навчальних завдань, результат вирішення яких може бути використаний для потреб сім'ї, класу, школи, вищого навчального закладу, підприємства, міста тощо.

3. Міжпредметний характер навчання: навчальні завдання конструюються в такий спосіб, що їх вирішення необхідне використання знань відразу кількох навчальних дисциплін.

4. Охоплення дисциплін, які є ключовими для підготовки інженера або спеціаліста з прикладних наукових досліджень: предмети природничого циклу (фізика, хімія, біологія), сучасні технології та інженерні дисципліни.

Абревіатура STEAM (science – наука, technology – технологія, engineering – інжиніринг, arts and math – мистецтво та математика) має на увазі як отримання знань з даних наук, так і здатність застосовувати їх на практиці. Завдяки STEM-підходу діти можуть розвиватися відразу в кількох предметних галузях – інформатиці, фізиці, технології, інженерії та математиці, розуміючи, що у теорії є і прикладний характер.

STEAM-підхід зберігає орієнтир на проєктну діяльність, практичну спрямованість та міжпредметність, але змінює розміщення ключових дисциплін. На рівні формування навчальної програми у вищому навчальному закладі STEAM передбачає включення до неї не тільки інженерних та природничо-наукових STEM-предметів, а й гуманітарних та творчих дисциплін: література, дизайн, архітектура, музика, образотворче мистецтво.

При цьому STEM-предмети та технології дають рішення для прикладних завдань, а гуманітарні Arts-дисципліни розвивають

уміння знаходити вихід у стані невизначеності, неоднозначності та двозначності. Так здобувачі освіти вчаться гармонійно поєднувати у роботі наукову точність та творчу свободу.

Ідеологи STEAM-підходу надихаються прикладами великих учених, які поєднували наукові заняття з творчістю, і завдяки розвиненому нелінійному мисленню та уяві змогли дати світові революційні відкриття: літератор Галілей, художник Леонардо Да Вінчі, музикант Ейнштейн, філософ Гейзенберг.

На методичному рівні STEAM-підхід передбачає, що, окрім вирішення інженерних завдань, у проєктній діяльності здобувачі освіти:

- набувають навичок роботи в команді;
- навчаються конструктивно критикувати та відстоювати свою думку;
- освоюють soft skills;
- вчаться генерувати ідеї в умовах невизначеності;
- застосовують принципи дизайну та маркетингу для створення та просування продукту;
- усвідомлюють творчий потенціал застосування технологій у різноманітних сферах діяльності.

## **4.2. STEAM-уроки**

Останнім часом у освітньому просторі України набирає обертів тренд STEAM-освіти.



Метою було змінити навчальні програми, а саме зробити їх більше STEAM-орієнтованими.

В першу чергу учень став не споживачем, а замовником знань.

Вчитель же став своєрідним наставником, людиною, що допомагає пояснити, як використовувати потенціал кожної технології для власної користі й користі суспільства.

Що стосується України, то Міністерство освіти та науки ще у 2016 році опублікувало першу версію «Концептуальних засад реформування середньої освіти» та Концепцію Нової Української Школи (НУШ), де одними із основних компетентностей школярів є:

- вміння логічно і математично мислити,
- наукове розуміння природи і сучасних технологій,
- впевнене користування інформаційно-комунікаційними технологіями
- обізнаність і самовираження у сфері культури.

Важливо долучити до змін і вчителів, які мають стати справжніми агентами змін освітньої реформи.

Цікавим є те, що під час STEAM-уроків в центрі уваги знаходиться не вчитель, а практичне завдання, яке потрібно вирішити.

Учні ж вчать вирішувати це практичне завдання шляхом проб і помилок, а не вивчають «суху» теоретичну частину.

Наприклад, одним з цікавих кейсів є будівництво учнями повністю автоматизованої теплиці. Під час цього процесу залучаються різні дисципліни, від фізики (парниковий ефект), інформатики (автоматизована система управління теплицею), трудового навчання (власне будівництво теплиці) до біології (виращування тих чи інших агрокультур).

### **4.3. Організація STEM-уроку**

Сьогодні велике завдання та виклик для вчителів і керівників освітніх закладів – організувати заняття та навчальний процес так, щоб надати можливість учням здобути необхідні навички та задовольнити їхні освітні потреби, а також очікування батьків. Діяльність на уроці може виглядати так.

1. Залучення учнів до вирішення реальних проблем та ситуацій.
2. Формулювання чітких критеріїв до завдань, які виконують учні.
3. Сприяння продуктивній командній роботі.
4. Застосування елементів інженерного проектування (Engineering Design Process, EDP).

На STEM-уроці кожна діяльність чітко зрозуміла учням, лабораторні прилади, об'єкти робототехніки безпосередньо залучені до структури заняття. Розробити такі заняття – справа не з легких, адже вчитель має мислити комплексно і сам бути

готовим підвищувати свій рівень знань з деяких галузей, експериментувати та бути терплячим, очікуючи на бажаний результат.

Якщо ви готові до освітнього челенджу – скористайтеся порадами, які допоможуть створити хороший STEM-урок.

1. Залучення учнів до вирішення реальних проблем та ситуацій.

Наприклад, ви вигадали кейс, в якому один вид тварин заражає інший міфічний вид. Так, зараження тварин може бути реальною проблемою, але застосування в завданні вигаданого об'єкта робить ситуацію несправжньою, а, отже – це не STEM-урок. Звичайно, такі прийоми варто застосовувати для підвищення зацікавленості учнів, але намагайтеся не вибудовувати основу уроку на вигаданих кейсах. Учні вирішують реальні соціальні, економічні, екологічні питання через застосування наукових знань, технологій, інженерії та математики.

2. Формулювання чітких критеріїв до завдань, які виконують учні

Якщо ви запропонували учням розробити якусь модель чи прототип, то напишіть чіткі вимоги до продукту (матеріали, розміри, функціональні особливості тощо), чи повинен результат вирішувати проблеми навколишнього середовища або

інші важливі питання, на які чинники безпеки опиратися під час розробки.

### 3. Сприяння продуктивній командній роботі

Щоб зробити якісний продукт, учні мають працювати як єдиний механізм, розподіляючи обов'язки між собою, ставлячи короткотривалі та довготривалі цілі, аналізуючи проміжні результати та покращуючи внутрішні комунікації. Подекуди школярам ця складова уроків дається найважче.

### 4. Застосування елементів інженерного проектування (Engineering Design Process, EDP):

*Визначення проблеми:* учні виявляють та уточнюють проблему до вирішення.

*Дослідження:* члени команди збирають потрібну інформацію про проблему, використовуючи різні джерела інформації. Пропонуйте учням якісні джерела інформації з науки та математики та завдання, що передбачають кілька варіантів вирішення.

*Розробка варіантів вирішення проблеми:* учні в дослідницькій групі пропонують, обговорюють та аналізують різні ідеї (наприклад, використовуючи «Мозковий штурм» або інші методи для генерації ідей).

*Вибір рішення та планування роботи:* учні прописують етапи роботи, створюють дизайн, ескіз тощо.

*Створення продукту, реалізація вирішення проблеми.*

*Перевірка та тестування продукту.*

*Аналіз результатів роботи та удосконалення розробок.*

Результат такої діяльності – власні науково-дослідницькі ідеї та інженерні розробки.

5. Занурюйте учнів у практичне та відкрите дослідження.

Відбувається практична перевірка теоретичних знань та припущень й учні відпрацьовують навички в лабораторіях та майстернях.

Зрозуміло, що STEM у молодшій, середній та старшій школі реалізується відповідно до рівня знань та вмінь учнів, але загалом забезпечує виконання таких завдань, як підтримка та розвиток допитливості в дітей, демонстрація зв'язку між наукою, технологіями, інженерією та нашим повсякденним життям.

Завдяки інтегрованим заняттям учні мають можливість відчувати дух наукового пізнання, навчитися конструювати комплексну картину навколишнього світу з окремих розрізнених фактів, бачити об'єктивність, перевіреність та системність наукових знань, переконатися, що наука – найважливіший чинник технічного прогресу й перетворення дійсності.

Чому це важливо? Щоб бути конкурентоспроможною, Україна повинна мати висококваліфікованих працівників, проте

це не реалізується без реформованої освіти та освіченого суспільства.

#### **4.4. STEAM-лабораторії**

Для повноцінної реалізації такого підходу обов'язковими є наявність STEAM-лабораторій. Вони включають в себе наявність 3D принтерів, наборів навчальної електроніки, голографічної фото-відео студії та інших сучасних технічних засобів.

Наприклад, у вищезгаданому Сінгапурі для школярів було закуплено понад 100000 micro: bit, міні-комп'ютерів з програмуванням від Microsoft.

Робота з ними дає змогу дитині запрограмувати найпростіші речі, наприклад роботу світлофора. Це в свою чергу дає розуміння коли і чому вмикається червоне або зелене світло та як забезпечити на дорозі безпеку пішоходів та водіїв.

Справедливо зазначити, що ми живемо у не зовсім «лінійному» світі, кожна секунда нашого життя пересікається з різними дисциплінами. Під час походу в кіно, купівлі чогось в магазині тощо.

Дитина ж змушена сама зрозуміти як застосовувати ті чи інші знання у різних життєвих ситуаціях.

Доволі часто на цей процес проходить з помилками, STEAM-освіта ж вчить ще з шкільної парти вдало комбінувати отримані знання для вирішення реальних життєвих ситуацій.

Як наслідок дитина виходить в дорослий світ набагато підготовленішою і не так сильно боїться проблем та труднощів.

STEAM-освіта дозволяє вчителям наочніше пояснювати необхідний матеріал, тому що поруч з теорією діти відразу бачать як це виглядає в реальному житті.

Дітям вчитись стає по справжньому цікаво. Як показує досвід, після уроків в STEAM-класах вони ще довго обговорюють між собою набуті знання.

Тому, якщо порівнювати звичайні комп'ютерні класи та STEAM-лабораторії, то саме другі створюють ідеальні умови для вивчення теоретичної частини та застосування нових знань на практиці.

Попит на STEAM-спеціалістів росте з року в рік.

Наприклад, згідно з даними дослідження Change the education, що проходило в США. Конкуренція в галузі STEAM-вакансій (програмісти, біологи, інженери) становить 1,7 людини на посаду, в інших сферах же 4,1 людини на вакансію.

Тобто знайти роботу майбутньому фахівцю, що навчався за технологією STEAM можна буде приблизно вдвічі легше.

США особливо відчувають проблему нестачі фахівців, що навчались за технологією STEAM. Власних кадрів

катастрофічно не вистачає, а пропозиція робочих віз в галузі інженерних наук перевищує попит.

До речі, оплата фахівців з цієї галузі одна з найбільших на ринку. Саме тому американські школи, коледжі та університети ще з 1980 років почали запроваджувати принципи STEAM-освіти і не дарма.

Головною перевагою STEAM-освіти для школярів є їх підготовка до реального життя.

На останньому Світовому економічному форумі у Давосі однією з центральних тем була кардинальна зміна ринку праці. Близько 60% нинішніх професій людини можуть бути замінені роботами, це величезний виклик для людства.

STEAM-підхід дозволяє виховати в дітях гнучкість та критичне, практично орієнтоване мислення.

На перший план виходить здатність вчитись та сприймати зміни, а не самі знання, які нині стають застарілими з неймовірною швидкістю.

Це дає впевненість батькам у майбутньому їхніх дітей, адже після застосування STEAM-викладання діти матимуть глибоке розуміння як жити у сучасному динамічному світі.



## **Розділ 5. STEAM-проекти: теорія та практика**

### **5.1. Етапи роботи над STEAM-проектом**

Етапи роботи над STEAM-проектом проводять із застосуванням елементів інженерного проектування (Engineering Design Process, EDP):

*1 етап – Визначення проблеми:* учні виявляють та уточнюють проблему до вирішення.

*2 етап – Дослідження:* члени команди збирають потрібну інформацію про проблему, використовуючи різні джерела інформації. Пропонуйте учням якісні джерела інформації з науки та математики та завдання, що передбачають кілька варіантів вирішення.

*3 етап – Розробка варіантів вирішення проблеми:* учні в дослідницькій групі пропонують, обговорюють та аналізують різні ідеї (наприклад, використовуючи “Мозковий штурм” або інші методи для генерації ідей).

*4 етап – Вибір рішення та планування роботи:* учні прописують етапи роботи, створюють дизайн, ескіз тощо.

*5 етап – Створення продукту, реалізація вирішення проблеми.*

*6 етап – Перевірка та тестування продукту.*

*7 етап – Аналіз результатів роботи та удосконалення розробок.*

Результат такої діяльності – власні науково-дослідницькі ідеї та інженерні розробки.

Успішні практики впровадження STEM-проект: кейси, сучасна наочність, лайфхаки, нестандартні методичні прийоми.

Реалізація STEM-освіти через проектну діяльність: з досвіду роботи вчителів-новаторів учасників реалізації Програми інноваційного проекту

всеукраїнського рівня «Я дослідник».

Від навчального проекту до міжнародного визнання: START UP, конкурси, змагання, фестивалі тощо.

***Проблемно-пошукові питання для самостійної та індивідуальної роботи слухачів:***

- визначте тематику STEM-проектів з метою реалізації типових навчальних програм у рамках свого навчального предмету;
- яка сучасна наочність сприяє підвищенню мотивації до вивчення STEM-предметів?

## **5.2. Приклад STEM-проекту**

Розглянемо конкретного прикладу STEM-проекту «Червона книга та природоохоронні території України».

**STEM-проект «Червона книга та природоохоронні території України»**

**Тип проєкту:** навчальний, короткотривалий, індивідуальний, інтегрований (біологія, географія, технології).

**Мета:** удосконалити уміння п'ятикласників із добору й обробки інформації, її аналізу та систематизації, вибору форм її представлення та самостійного планування діяльності; набути й узагальнити знання про природоохоронні території України, різноманіття рослинного та тваринного світу, який там охороняється; усвідомити необхідність оберігати живу природу, особливо рідкісні екземпляри тваринного та рослинного світу, створювати сприятливі умови для їх існування та розмноження; здобувати уміння поширювати інформацію про збереження живої природи серед однолітків та інших вікових категорій людей.

**Завдання:**

– опрацювати: проаналізувати й узагальнити отримані джерела знань з теми «Природоохоронні території та Червона книга України» (підбір літератури в межах визначених програмою);

– серед запропонованих обрати природоохоронну територію, яку необхідно буде детально описувати, визначити рослинний чи тваринний світ, детально його характеризувати;

– створити перелік видів (не менше п'яти), характеристика яких буде здійснена;

– позначити на контурній карті України природоохоронний об’єкт, види якого описуються (зазначити частину країни та область, у якій розташований об’єкт, значками вказати, які види тварин і рослин підлягають охороні (по п’ять видів);

– створити власну міні Червону книгу використовуючи відібрану інформацію;

– представити результати діяльності у формі презентації (2 хв.) під час уроку та на виставці робіт, присвяченій дню біологічного різноманіття (International Biological Diversity Day, 22 травня). Матеріальне та технічне забезпечення: підручник, енциклопедії та довідкова література, науково-популярні журнали «Колосок», «Колосочок» з попередньо підбраною інформацією; робочий аркуш з реалізації проєкту; канцелярське приладдя, стікери (закладки); кольорові олівці; папір формату А4 білий і кольоровий; ножиці; клей-олівець; клейка стрічка; контурна карта України; атлас або фізична карта України; настінна фізична карта України.

Реалізація STEM-проєкту «Червона книга та природоохоронні території України» розділено на етапи:

- діяльність педагога;
- діяльність учнів;
- визначення теми проєкту, його типу, кількості учасників;
- проєктування.

Озвучує тему проєкту «Червона книга та природоохоронні території України». Зазначає тип проєкту: навчальний, індивідуальний, інтегрований. Визначає учасників: п'ятикласники (53 особи) Ознайомлюються з темою проєкту, повідомляють інформацію яку вони знають із запропонованої теми. Ставлять запитання, уточнюють значення слів, які стосуються типу проєкту. Усвідомлюють, що результат діяльності буде індивідуальним. Визначення проблеми в межах обраної теми Ставить запитання, відповіді на які допоможуть учням сформулювати проблему в запропонованій темі.

– На вашу думку, для чого необхідно створювати природоохоронні території?

– Як ви думаєте навіщо охороняти види тварин або рослин, які зникають?

– Чи можуть деякі види рослин та тварин існувати без допомоги людини?

– Чому людям необхідно знати види живої природи, які потребують охорони?

Відповідають на запитання та формулюють проблематику проєктної діяльності, над якою будуть працювати. Наприклад, серед інших можна виокремити таку проблему: недостатня поінформованість людей різних вікових категорій про види організмів, які занесені до Червоної книги України та потребують охорони (діти сформулювали так: люди мало

знають про організми, які потрібно оберігати) Робота з інформаційними джерелами Ознайомлює з добіркою статей про природоохоронні території та види, які знаходяться в них під охороною Ознайомлюються з отриманою літературою, передають один одному, самостійно домовляються про користування нею, обговорюють прочитане Вибір форми представлення результатів і критерії оцінювання Ознайомлює з критеріями оцінювання роботи та можливими результатами (приклади); в нашому випадку результатом має бути міні Червона книга України (форма та вигляд на вибір учня), що буде оцінюватися за такими критеріями:

- повнота інформації (п'ять видів тварин або рослин природоохоронної території на вибір);

- презентація роботи (2 хв., зміст і вигляд); – зовнішній вигляд;

- оцінка на виставці.

Обирають форми представлення результатів і записують вимоги до їх представлення.

Формулювання завдання дослідження та висунення гіпотез.

Разом з учнями вчитель формулює завдання реалізації проекту. Здійснює індивідуальні консультації. Сформульовані загальні завдання для п'ятикласників:

- визначити об'єкт дослідження (обрати природоохоронну територію, дослідження якої буде здійснюватися);

- відібрати п'ять видів тварин або рослин, які будуть детально охарактеризовані; – підібрати зображення відібраних видів;
- визначити розташування природоохоронної території на карті України та позначити на контурній карті, визначивши регіон, область та позначити види, які охороняються (контурна карта є компонентом міні Червоної книги України);
- зробити макет міні Червоної книги України;
- визначити необхідні засоби для виробництва міні Червоної книги України;
- підібрати засоби для виробництва міні Червоної книги України;
- виконати міні Червону книгу України;
- представити результати з урахуванням часового обмеження (2 хв.);
- підготувати експонат для виставки, приуроченій дню біологічного різноманіття.

Формулювання завдання реалізації проекту:

- запис результатів вирішення завдань до робочого аркушу, або в зошит (більшість учнів після попереднього знайомлення з поданими джерелами знань перших два завдання виконали і результати записали);

- робота з атласами та контурними картами, показують розташування природоохоронної території на настінній фізичній карті України;
- обговорення формату міні Червоної книги України; планують хід реалізації ідеї, висувають гіпотези;
- обговорення власних ідей;
- формулювання висновки щодо остаточного вигляду власного екземпляра міні Червоної книги України.

#### Технологічний етап:

- робота з інформаційними джерелами, здійснюють систематизацію та узагальнення інформації;
- вибір форми викладення, консультації, працюють над узагальненням інформації готують інформацію для розміщення у власній роботі; компонують інформацію із підібраним ілюстративним матеріалом.

#### Аналіз і синтез теоретичної інформації:

- остаточне компонування матеріалів.
- індивідуальне консультування вчителем щодо коректності розміщення відібраного текстового та ілюстративного матеріалу;
- демонстрація та обговорення відбірки матеріалів.

Впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів:



- експериментальне дослідження обраними методами, вчитель проводить консультації щодо форми змісту моделі;

- створення моделі майбутньої міні Червоної книги України;

Формулювання результатів дослідження:

- підтримка та консультації щодо технічного виконання роботи;

- виконання роботи зі створення власного екземпляра міні Червоної книги України за власною формою та змістом (використовуючи модель).

Рефлексії:

- захист результатів, разом з учасниками проєкту заслуховують презентації, відмічають недоліки та позитивні моменти для подальшої корекції в індивідуальній роботі;

- запитання, участь у дискусії;

- оцінювання роботи на рівні з учасниками проєкту;

- презентація результатів роботи (2 хв.);

- запитання, участь у дискусії;

- оцінюють результати роботи однокласників.

Обговорення результатів:

- участь у загальному обговоренні та визначенні найвдаліших проєктів на рівні з учасниками;

- пропозиції щодо розміщення робіт на виставці;

- процес обговорення, визначення найкращого проєкту (не враховуючи власний);
- компонування виставки, обговорення, думки, аргументація, самоаналіз, плани для подальшого використання в індивідуальній роботі з учнями;
- висновки по власній роботі над міні Червоною книгою України, визначення ступені реалізації проєкту (що вдалось, що не вдалось).

## **Розділ 6. Методи творчості**

### **6.1. Метод фокальних об'єктів**

В процесі роботи над STEAM-проєктом проводять роботу із застосуванням елементів інженерного проектування (Engineering Design Process, EDP):

*Етап 1 – Визначення проблеми:* учні виявляють та уточнюють проблему до вирішення.

*Етап 2 – Дослідження:* члени команди збирають потрібну інформацію про проблему, використовуючи різні джерела інформації. Пропонуйте учням якісні джерела інформації з науки та математики та завдання, що передбачають кілька варіантів вирішення.

*Етап 3 – Розробка варіантів вирішення проблеми:* учні в дослідницькій групі пропонують, обговорюють та аналізують

різні ідеї (наприклад, використовуючи “Мозковий штурм” або інші методи для генерації ідей).

*Етап 2 – Вибір рішення та планування роботи:* учні прописують етапи роботи, створюють дизайн, ескіз тощо.

В процесі реалізації інваріантної складової програми 5-9 класи, вчителю прийдеться опанувати методи конструювання і проектування технічних і технологічних об’єктів. Так програма для 5 класу передбачає вивчення теми «Конструювання засобами методів фокальних об’єктів», «Об’єкти технологічної діяльності», «Методи проектування». Ця тема містить такий зміст: метод фантазування у створенні нових об’єктів технологічної діяльності; історичні приклади передбачення наукових відкриттів, винайдення нових видів техніки, виробів тощо. Тому ми пропонуємо вчителям ознайомитись з методами конструювання і проектування технічних об’єктів.

Одним з найефективніших методів конструювання виробів є метод фокальних об’єктів, автором якого є Ч. Вайтинг (СЩА). Цей метод використовується перед усім тоді, коли необхідно покращити, модернізувати будь – який технічний об’єкт.

Свою назву метод отримав тому, що об’єкт, який удосконалюється ставиться в центр уваги, в *фокус*. Суть метода полягає в тому, що ознаки декількох випадково обраних об’єктів переносять на об’єкт, що удосконалюється, в результаті чого

отримуємо незвичайні поєднання, що дають можливість психологічну інерцію.

Розглянемо приклад, який ілюструє, як відбувається конструювання, технічного об'єкта, що удосконалюється.

Необхідно удосконалити або розробити нову конструкцію дитячого стільчика.

Обираємо навмання з будь – якої книги, або словника, з статті декілька випадкових слів (можна навіть це зробити з закритими очами тикнувши навмання пальцем в сторінку декілька разів). Припустимо, що після вибору ми обрали слова *стіл, праска, машина, кіт*.

Тепер необхідно скласти для названих предметів їх властивості і визначити ті з них, які можуть бути приєднані до фокального об'єкту. Цей процес можливо здійснити, використавши для зручності наступну схему:

**Таблиця 1.**

**Ознаки іменників для вибору ознак необхідних для проектування дитячого стільчика**

<b>стіл</b>	<b>праска</b>	<b>машина</b>	<b>кіт</b>
дерев'яний;	гаряча;	має колеса;	пухнастий;
металевий;	електрична;	має двигун;	нявкає;
складний;	важка;	має кузов;	має скелет;
письмовий	з парою	саморухома	ловить мишей

Аналіз властивостей випадкових об'єктів дозволяє виділяти із них як корисні, так і зайві для даного фокального об'єкту. В даному випадку варіантами рішення можуть бути, наприклад, стільчик складний, стільчик з коліщатами, стільчик, оббитий м'яким хутром (див. Рис. 15.).



Рис. 15. Дизайн варіантів стільчика отриманий із використанням методу фокальних об'єктів

Не обов'язково, щоб всі обрані об'єкти якимось чином підходили до об'єкту, що удосконалюється, але, використовуючи цей метод, можна вибрати велику кількість самих різноманітних варіантів.

Після вибору оптимального варіанта загального рішення, загальної ідеї конструкції необхідна подальша, чисто конструкторська робота з розробки технічної документації, створенню та випробуванню експериментального зразка та ін.

Без ретельного аналізу не повинна бути відкинута жодна фантастична, гумористична та абсурдна ідеї. При цьому в ході

аналізу ідеї оцінюються ( наприклад, у десятибальній системі ),  
ураховується думка кожного «експерта». У випадку  
розбіжностей у оцінці проводиться додатковий аналіз.

5. Якщо «сесія» закінчилась безрезультатно і задача не  
розв'язана, необхідно змінити формулювання задачі, розбити її  
на під задачі, замінити деяких учасників, помінявши їх місцями.

**Вивчаємо методи розв'язання  
творчих задач**

**Для чого нам треба знати  
методи розв'язання  
творчих задач?  
Подумай?**



Навчальна дисципліна "Основи технічної творчості".  
Вчитель Мелентєв О.Б.

Рис. 16. Слайд 1

**Конструювання нових технічних  
об'єктів неможливо без знань  
методів розв'язання творчих  
задач.**

**Завдання проекту:**

- ◆ Вивчи метод  
фокальних  
об'єктів і  
спроєктуй  
дитячий стільчик.
- ◆ Намалюй ескіз  
дитячого  
стільчика.



Рис. 17. Слайд 2



Рис. 18. Слайд 3



Рис. 19. Слайд 4

## Створи таблицю ознак вибраних предметів.

- ◆ Кіт(пухнастий, білий, на лапах...)
- ◆ Машина (металева, на колесах...)
- ◆ Стіл( круглий, дерев'яний, на 4 ніжках...)
- ◆ Лампа(настільна, кругла, з абажуром...)



Рис. 20. Слайд 5

## Обери ті ознаки які підходять для проектування дитячого стільчика


- ◆ Дерев'яний, круглий, пухнастий, на 4 ніжках, на колесах.
- ◆ Намалюй в Point ескіз свого стільчика



Рис. 21. Слайд 6



Тепер всі ці завдання виконай для проектування об'єкту "Марсоход" методом морфологічного аналізу.



- ◆ Склади звіт у вигляді презентації, публікації, VEB сайту.
- ◆ Наведи джерела інформації.
- ◆ Оціни разом з своїми товаришами свій проект за 12 бальною шкалою.
- ◆ Термін виконання 1 місяць

Успіх у навчанні, ваш вчитель технології - О.Б.

Рис. 22. Слайд 7

## 6.2. Метод морфологічного аналізу

Інший підхід до пошуку рішень технічних задач запропонував у 40-х роках відомий швейцарський астроном Ф. Цвіккі, залучений до участі в ракетних дослідженнях. Учений назвав свій метод морфологічним аналізом (з грецької «морфологія» – вчення про форму). За допомогою цього методу за короткий час йому удалося одержати значну кількість оригінальних технічних рішень (балістичний пристрій, вибухові речовини, спосіб комбінованої фотографії й ін.). Морфологічний аналіз – перший спосіб системного підходу в області винахідництва. Суть його полягає в наступному. У технічній системі виділяють характерних для неї структурні чи функціональні морфологічні ознаки. По кожній ознаці

складають список його можливих конкретних варіантів, альтернатив. Ознаки можна розташувати у формі таблиці, названої морфологічною чи шухлядою матрицею. Це дозволяє зменшити пошуковий час. Перебираючи поєднання варіантів ознак, можна знайти нове рішення задачі. Тому морфологічний аналіз часто застосовують не для пошуку якогось одного рішення, а в тих випадках, коли потрібно досліджувати область можливих рішень.

Суть морфологічного аналізу розглянемо на прикладі створення транспортного засобу. Наприклад, поставлена задача – створити марсохід. Розбиваємо об’єкт проектування (марсохід) на морфологічні ознаки (ознаки будови) притаманні всім транспортним засобам (наприклад всі транспортні засоби мають двигуни, рушії, кабіни, органи керування), (див. Рис. 23.).

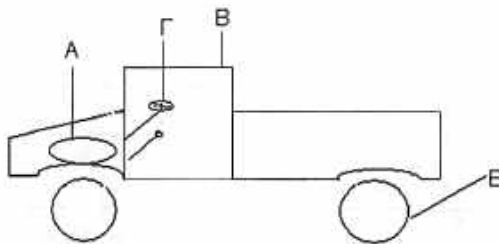


Рис. 23. Ознаки транспортних засобів: А – двигун, Б – рушій, В – кабіна, Г – органи керування.

Позначаємо їх буквами, та до кожної ознаки обираємо варіанти і складаємо їхній список:

А – двигун (А1 – електричний; А2 – хімічний; А3 – реактивний; А4 – ядерний);

Б – рушій (Б1 – колісний; Б2 – гусеничний; Б3 – крокуючий; Б4 – шнековий);

В – кабіна (В1 – герметична; В2 – негерметична);

Г – керування (Г1 – радіоуправління; Г2 – програмне; Г3 – за допомогою ЕОМ) і т.д..

На основі списку будуюмо матрицю:

А1, А2, А3, А4;

Б1, Б2, Б3, Б4;

В1, В2;

Г1, Г2, Г3, Г4;

Ця матриця є символічною формою опис можливих рішень. Кожний конкретний варіант конструкції визначається набором елементів з різними властивостями. Наприклад, варіант А1,Б2,В2,Г2 буде марсоходом з електричним двигуном, на гусеничному ході, з негерметичною кабіною і програмним керуванням.

Число усіх можливих варіантів дорівнює добутку кількості елементів у кожній з ознак.

Після побудови матриці приступають до визначення функціональних властивостей варіантів рішень. Це трудомістка і більш відповідальна задача. Аналіз варіантів можливих рішень

дозволяє вибрати з їх найбільше раціональні, що придатні до конкретних умов.

Через те що поки не існує універсального способу оцінки варіантів рішення, метод морфологічного аналізу доцільно використовувати при розв'язанні конструкторських задач загального плану (див. Рис. 24.).

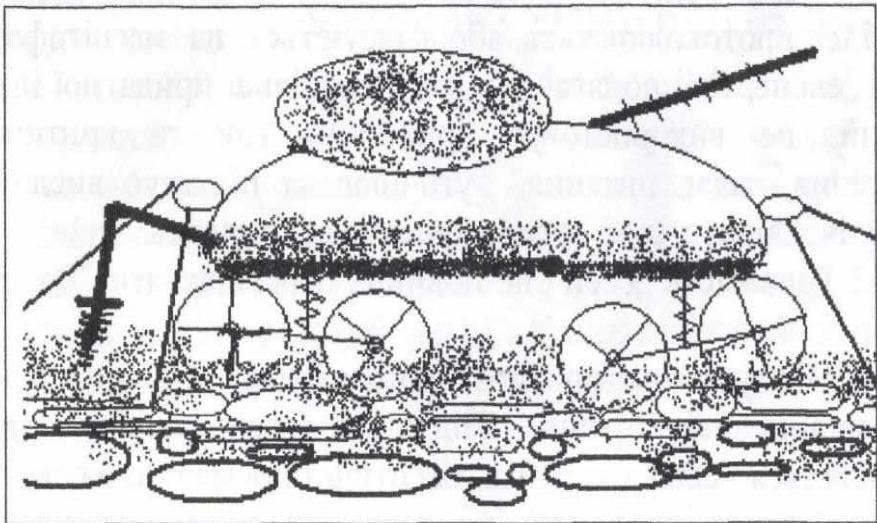


Рис. 24. Дизайн марсоходу намальований учнями у графічному редакторі Paint

На основі цього методу розроблено учнівський проєкт у вигляді презентації «Марс 2020» (див. Рис. 25-33.).



Рис. 25. Слайд 1



Рис. 26. Слайд 2

Ми дослідили спочатку атмосферу Марса:  
склад газів; їх тиск, температуру, вологість

- Склад газів: аміак, вуглекислий газ, азот.
- Тиск газів: атмосфера розріджена.
- Температура: від – 80 до +160.
- Вологість: волога відсутня, води немає.



Рис. 27. Слайд 3

Для проектування ми використали  
метод “Морфологічного аналізу”

- Необхідно визначити основні ознаки будови, які притаманні всім транспортним засобам:
- А – двигуни;
- Б – рушії;
- В – кабіни;
- Г – органи керування.



Рис. 28. Слайд 4

Створимо розгорнуту морфологічну матрицю всіх ознак транспортного засобу

- А1(двз);А2(паровий);А3(електричний); А5(хімічний); А6(ядерний);А7(реактивний)...
- Б1(колесо);Б2(гусениця);Б3(шнек); Б4(крокуючий) ...
- В1(герметична); В2(не герметична).
- Г1(радіо кер.);Г2(програмоване); Г4(ЕОМ);Г5(Комбіноване)...

Рис. 29. Слайд 5

Обираємо ті ознаки, які відповідають для проектування Марсоходу

- Двигун А6(ядерний).
- Рушій Б1(колесо).
- Кабіна Г1(герметична).
- Керування Г5(комбіноване – радіо керування і ЕОМ).

Рис. 30. Слайд 6

## Розробляємо дизайн Марсоходу

- Чотири сітчастих, легких, ведучих колеса.
- Кругла анти метеоритна герметична кабіна.
- Антени і телекамери зв'язку з ЦУПом.
- Освітлювальні прилади.
- Панель сонячних батарей.

Рис. 31. Слайд 7

## Малюємо ескіз Марсоходу

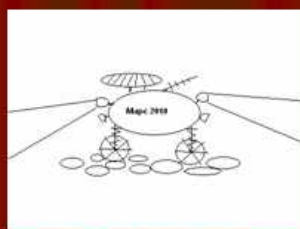


Рис. 32. Слайд 8





Рис. 33. Слайд 9

### 6.3. Метод мозкового штурму

Метод «Мозкового штурму» продовжує удосконалюватись, з'явилися різновиди цього методу. Одним з різновидів методу, є «тіньовий мозковий штурм». Не кожна людина здатна генерувати ідеї в присутності сторонніх осіб при активному їх втручанні, тому в цьому різновиді методу використовується дві групи «генераторів». Перша з них займається генеруванням ідей безпосередньо в присутності «експертів», друга – тіньова, сліdkує за ходом обговорення в першій групі, не приймаючи участі в обговоренні. Її називають «тіньовим кабінетом». Члени цієї групи генерують свої ідеї під впливом ідей висловлених «генераторами» першої групи; вони

записують їх у письмовому вигляді і передають «експертам». Обидві групи розміщуються в одному приміщенні на певній відстані одна від одної, або різних приміщеннях де «тіньова» група слідкує за сесією по телемонітору.

Розглянемо приклад розв'язання технічної задачі методом «Мозкового штурму».

Задача – дати пораду Робінзону, як витягнути з лісу човна на берег, якого він витесав з велетенського дерева (див. Рис. 34-36).



Рис. 34. Задача – витягнути з лісу човна на берег

Ведучий за вищеназваною методикою оголошує умову задачі, на дошці креслить таблицю, в якій буде вестись протокол оцінювання ідей «експертами».

Всі ідеї «генераторів» заносяться в таблицю (див. табл. 2.). Під час генерації ідеї забороняється критика ідей «експертами», а ведучий слідкує, щоб на сесії була атмосфера доброзичливості, в

разі необхідності він робить зауваження, уточнює запитання, конкретизує відповіді.

Таблиця 2

Відповіді «генераторів» та оцінювання «експертами»

№п/п	Прізвище, ім'я, по батькові генератора	Назва та суть ідеї що генерується	Кількість балів (по десяти бальній системі)
1.	Василевич Р.П.	Використання системи блоків та важелів.	3,5
2.	Іванюта Г.М.	Прорити похилий канал, по якому спустити човен як по ковзанці	4,5
3.	Гмиря В.В.	Проритий канал, по якому спускається човен поливається водою, човен спускається як по ковзанці	5
4.	Соболенко С.І.	Виготовити рівну дорогу, підкласти під човен круглі шматки деревини, використати системи блоків та важелів.	4,5
5.	Петренко С.В.	Закопати на березі стовп, прив'язати один кінець мокрого канату до нього, інший до човна. Під час висихання канату він скорочується в розмірах і пересуває човна на декілька сантиметрів. Перев'язати канат, полити водою, дочекатись висихання, повторити процес багато разів, поки човен не переміститься на берег. Дочекатись приливу.	8

Кожну ідею «експерти» оцінюють індивідуально, не спілкуючись між собою, а лише оцінюють її за десятибальною системою.

Найкращою ідеєю вважається та, що набрала найбільшу кількість балів.

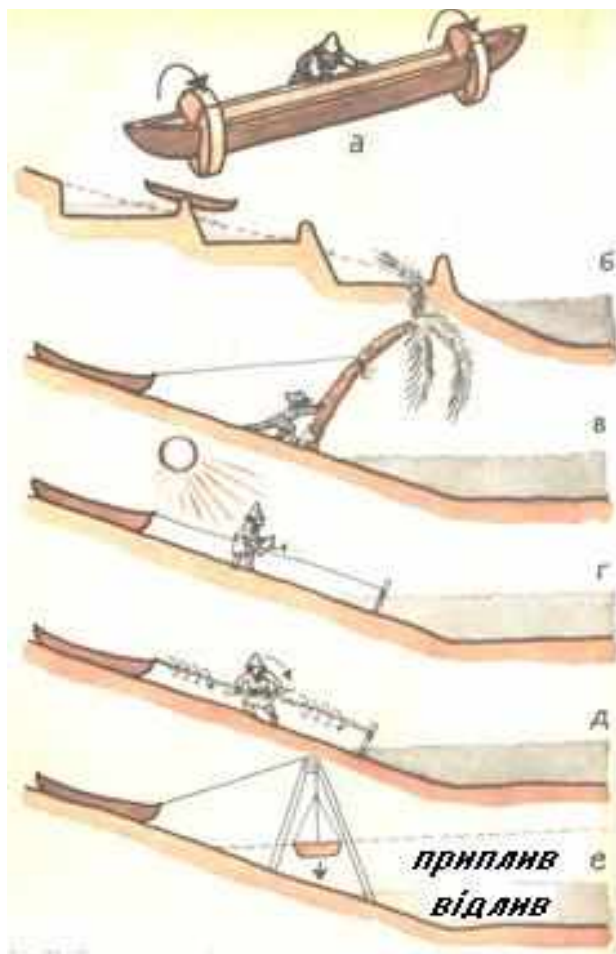


Рис. 35. Ілюстрація варіантів ідей: а – перекочуванням; б – шлюзуванням; в – поваленим деревом; г – домкрат-висихаючий канат; д – закручування канату; е – приплив-відлив.

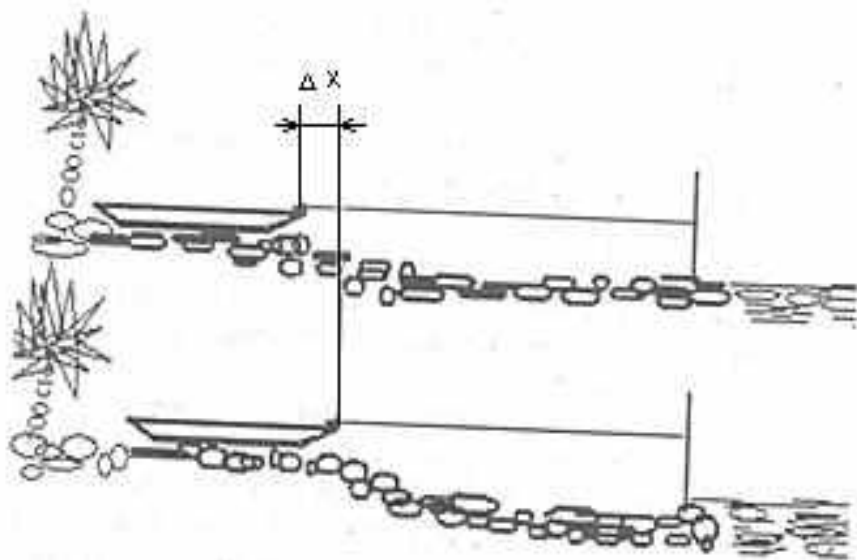


Рис. 36. Ескіз найкращої ідеєю що набрала найбільшу кількість балів.

#### **6.4. Алгоритм розв'язання винахідницьких задач АРВЗ**

Цей метод розв'язання пошукових задач розроблений радянським винахідником та письменником – фантастом Г.С.Альтшуллером. Він принципово відрізняється від всіх вищевикладених методів перш за все тим, що є раціональними.

Процес розв'язання задач методом АРВЗ полягає в послідовному виконанні дій по виявленню, уточненню і усуненню технічних протиріч (нагадаємо, що алгоритм – це система правил послідовного виконання дії для рішення певного класу задач).

Для технічного протиріччя характерно те, що в його основі лежить діалектичне протиріччя між предметами, явищами, процесами, тобто протиріччя фізичне. Наприклад, технічне протиріччя виявляється, якщо при спробі поліпшення однієї частини (чи одного параметра) технічної системи неприпустимо погіршується інша частина (чи інший параметр).

В АРВЗ використовуються чотири механізми усунення технічних протиріч:

1) формулювання ідеального рішення, тобто уявлюваного рішення, що могло б задовольняти усім вимогам задачі (не задумуючись над тим, як воно буде досягнуте);

2) перехід від технічного протиріччя до фізичного;

3) усунення фізичного протиріччя;

4) застосування операторів, що відображують інформацію в найбільш ефективних способах подолання протиріччя (списки і таблиці використання типових прийомів, таблиць).

У відповідності з цими механізмами будується процес пошуку рішень творчих задач, Формулюється задача. У формулюванні описується технічна система її частина і відображається властиве їй технічне протиріччя, Потім іде спеціальна "обробка" умови задачі, спрямована на подолання психологічної інерції, впливу попереднього досвіду. При цьому умова задачі повинна бути звільнена від спеціальної термінології, тому що терміни дають винахіднику старі

уявлення про об'єкт, відомі неефективні рішення і т.п.. Дія психологічної інерції зменшують також використанням оператора РЧВ (Розмір - Час - Вартість), суть якого полягає в проведенні уявних перетворень. Застосування оператора РЧВ передбачає такі операції:

а) уявно змінюємо розміри об'єкта від заданої величини до нуля ( $P \rightarrow 0$ ); як тепер розв'язується задача?

б) уявно змінюємо розміри об'єкту від заданої величини до нескінченності ( $P \rightarrow \infty$ ); як тепер розв'язується задача?

в) уявно змінюємо час протікання процесу (чи швидкість руху об'єкта) від заданої величини до нуля ( $V \rightarrow 0$ ); як тепер розв'язується задача?

г) уявно змінюємо час протікання процесу від заданої величини до нескінченності

( $V \rightarrow \infty$ ); як тепер розв'язується задача?

д) уявно змінюємо вартість (допустимі витрати) об'єкта або процесу від заданої величини до нуля ( $C \rightarrow 0$ ); як тепер розв'язується задача?

е) уявно змінюємо вартість об'єкта або процесу від заданої величини до нескінченності ( $C \rightarrow 0$ ); як тепер задача?

У процесі застосування оператора РВС вдається змінити уяву про задачу і звільнитися від впливу попереднього досвіду.

Попередня обробка умови задачі, як правило не вказує реального шляху усунення протиріччя, але служить хорошим засобом для ідеального розв'язання задачі.

Ідеальне рішення звільняє творчу думку винахідника від негативних наслідків (урахування вартості, раціонального використання матеріалів, часу тощо). Однак орієнтація на ідеальне рішення аж ніяк не означає далекий відхід від реального рішення, тому що у всякому ідеальному рішенні повинен бути здоровий глузд. Ідеальне рішення по суті є найбільш сильним рішенням і служить орієнтиром на пряму рішення задачі.

Зіставлення ідеального рішення з реальним технічним об'єктом дозволяє виявити технічне протиріччя, його причину - фізичне протиріччя. Аналіз багато численних винаходів показав, що певний тип протиріччя усувається невеликим числом прийомів. Це дозволило Г. С. Альтшуллеру скласти таблицю прийомів подолання протиріч.

Усуненню протиріч сприяють і фонд фізичних ефектів і явищ (сукупність відомих людині фізичних ефектів і явищ, які можливо використовувати при розв'язанні технічних задач), і фонд технічних рішень (сукупність конкретних прикладів, що ілюструють застосування фізичних ефектів і явищ при рішенні технічних задач тощо).



Після подолання протиріччя приймають технічне рішення і приступають до розробки ідеї. Завершується процес розрахунковим рішенням, що включає обґрунтування основних характеристик винаходу. Ці етапи являють собою перехід від рішення пошукової задачі до конструкторської розробки винаходу.

АРВЗ – постійно розвивається і удосконалюється як система. Її нові варіанти публікуються в періодичних і спеціальних виданнях.

Г.С. Альтшуллер писав, що подальший розвиток методики фантазування призупинився тому, що не розроблено алгоритм створення фантастичних ідей. На підставі вивчення історії виникнення теорії рішення винахідницьких задач вдалося такий алгоритм розробити. Пропонуємо його нашим шановним читачам.

Алгоритм отримання (створення) фантастичних ідей:

#### 1. Дослідницька частина

Визначити суть проблеми: що саме є негативним чи недосяжним для існуючої технічної чи іншої системи, технології виробництва, послуг тощо, що б ми хотіли поліпшити навіть за межами існуючих можливостей.

Визначити причину проблеми: наявність небажаних чи відсутність корисних результатів викликані чи наявністю

відсутністю конкретних (вказати, яких) первинних хімічних, фізичних, біологічних чи інших первинних властивостей.

Уявити собі фантастичний результат: те, що потрібно, виникає саме собою, наприклад, за допомогою чарівної палички. Махнув паличкою, і з'явилося усе, що потрібно. Тільки спочатку потрібно добре зрозуміти і представити, що саме потрібно, який вид має, як діє, з чого складається, що і завдяки чому забезпечується, чи виникає чи зникає і т.п. А потім уже брати в руки чарівну паличку, щоб не вийшов, як у Хоттабича, мармуровий телефон, що не міг говорити.

## 2. Перетворення

Підібрати відомі чи придумати нові фантастичні властивості, дії, явища і засоби, що дозволять одержати потрібний нам фантастичний результат.

У випадку недостатності отриманих ідей чи для подальшого розвитку отриманих цікавих ідей придумати нові чи удосконалити наявні, у тому числі тільки що отримані фантастичні ідеї: властивості, дії, явища і засоби за допомогою методів фантазування і типових фантастичних перетворень.

## 3. Впровадження

Визначити проблеми, що виникають при використанні попереднього пункту, поставити і вирішити задачі по з'ясуванню причин цих проблем і по їх усуненню за допомогою методу фантазування і типових фантастичних перетворень.

Реалізація алгоритму вимагає знання методів і типових прийомів фантазування.

### **6.5. Методи фантазування**

Метод сніжної кулі(послідовних змін). Унікальний об'єкт, що з'явився, починає взаємодіяти із середовищем і навколишнім світом. Для того щоб визначити результати цієї взаємодії, треба скласти список властивостей і дій самого об'єкта і тих об'єктів, явищ, істот, з якими він може взаємодіяти. Визначити результати таких взаємодій і вирішити задачі по усуненню чи попередженню небажаних наслідків.

### **6.6. Метод заміни властивостей**

У звичайній чи у фантастичній ситуації поставити надзадачу: можливо неможливе. Визначити, які властивості для цього необхідні, і представити, що ці властивості вже отримані, придумати, яким саме шляхом, за допомогою яких принципів, явищ і засобів. Наприклад, ваш технічний об'єкт робить потрібну роботу не за півгодини, а миттєво. Як це зробити?

Найпростіше замінити властивість, що заважає одержати надрезультат, на те, що його забезпечить. А як створити таку надвластивість – справа творчого фантазування. Уявіть собі, як цього можна досягти в тім об'єкті, що хочете поліпшити.

Наприклад, як маленькою сталеплавильною піччю забезпечити сталлю всі машинобудівні виробництва світу.

### **6.7. Метод програвання сюжету в інших умовах**

Для літературного сюжету пропонується перенести героїв на іншу планету, в іншу епоху і подивитися, що при цьому зміниться. Англійський професор Арнольд придумав для своїх студентів тренувальну вправу: на планеті "Арктур 4" температура від  $-151$  до  $-43$  С. Атмосфера – з метану, моря – з аміаку, сила ваги – у 10 разів більше земної. Жителі – «метаняне» – розумні істоти з трьома пальцями на руках, двома ногами, дзьобом, трьома очима. Реакція уповільнена. Необхідно розробити для жителів планети техніку, житло, зв'язок, промисловість і т. д. Спробуйте розробити вашу технічну систему стосовно до цих умов.

### **6.8. Типові перетворення для одержання фантастичних ідей**

Зміна розмірів. Розміри збільшуються чи зменшуються доти, поки не з'явиться нова якість. І так – до нескінченності в обидва боки: космічний корабель розмірами з Галактику чи людина менше мікрона; що вони можуть, як і завдяки чому будуть існувати і т. д. Спробуйте змінити розміри вашої технічної системи спочатку до розмірів Землі, а потім – до сірникової голівки. Що зміниться в їхній роботі, принципі дії,

системі обслуговування і т. д. Що і для чого на них можна виготовляти? А як ці нововведення можна застосувати, якщо повернутися до нормальних розмірів?

Внесення - винесення із системи властивостей і їхніх носіїв, виконавців дій. Наприклад, винести з космічного корабля його двигун. Чим його можна замінити? Лише недавно росіяни зробили те, про що давно мріяли фантасти - запустили супутник із сонячними вітрилами.

А якщо всі одночасно навчилися читати думки, то як можна сховати таємницю? Заглушити прослуханою музикою – рекомендує один з фантастів. Які унікальна властивість ви хотіли б додати своїй технічній системі? А що буде, коли всі технічні системи будуть мати таку властивість? Це вже прийом універсалізації. Протилежний йому прийом – обмеження. Замість тривимірного простору, життя і промисловість розвивається в двовимірному. Що при цьому, що зміниться для вашої технічної системи?

Типові перетворення зміни ритму і рухливості. Чи сповільнити прискорити будь-який процес у людині, природі, промисловості до такого ступеня, щоб з'явився над ефект. Наприклад, сповільнити старіння і прискорити розвиток людини, процесу виплавки сталі, токарної обробки і т.д.

Як це зробити, якими засобами? А що якщо потім ці засоби чи аналогічні їм перенести на вашу технічну систему чи вчинити

з нею подібним чином? Камінь нерухомий, а якщо в ньому стрімко протікають хімічні процеси, народжується і трансформується життя?

### **6.9. Типові прийоми з'єднання - роз'єднання**

Вони схожі на прийоми внесення - винесення, але тут з частин збирається деяке несподіване ціле, а ціле дробиться на несподівані частини. Роздрібнити планету на атоми, а потім очистити кожен атом і зібрати їх разом. Можна роздроблене по деякому суперканалі перемістити миттєво в інший куточок Всесвіту і там зібрати. Чи роздрібнити верстат на атоми і відразу по кресленнях з атомів зібрати новий. А що ви хотіли б розпорошити і відродити у вашій системі?

### **6.10. Перетворення натурального в штучне і штучного в натуральне**

Це і роботи, і живі планети. У техніці добре працює метод додання рис живої істоти технічним засобам. Розроблено прийом зворотної емпатії – не людина вживлюється думкою в технічний засіб, а технічний засіб стає як би людиною. Наприклад, досліджуючи технічні творчі здібності школярів, їм пропонують: «Уявимо ключ, забутий у патроні токарного верстата, живий – що б він зробив?» Школярі сказали: «Вистрибнув би». Тоді їх запитали: «Чим замінити ніжки?»

Хлопці запропонували: «На кінці ключа зробити пружину, і він сам вистрибне, якщо робітник забуде його вийняти». Це і було контрольним рішенням. Якщо ваша задача не піддається, оживить вашу технічну систему. Чи як вирішити задачу, подібну тієї, котра виникла при спробі поліпшити вашу технічну систему, у природі – геології, живих організмах і т.д. Це – біоніка.

### **6.11. Патентний фонд фантастики**

Жуль Верн створював фонд відкриттів і новинок, Г. Альтшуллер – фонд фантастичних ідей і закономірностей їхнього розвитку, а Європейське космічне агентство (інформація цього року) вивчає фантастичні добутки для того, щоб знайти в них рішення нинішніх проблем космонавтики.

Фонд можна вести по розділах, що відповідають основним напрямкам пошуку проблем, наприклад, розділ «Людина». За назвою розділу у вертикальному стовпчику привести перелік усіх властивостей і дій людини. У наступному стовпчику перелічити напроти дій ті наддії (і надвластивості), що уже використовували фантасти. Порожні місця – привід для фантазування. У наступних паралельних колонках дати опис проблеми, що була б при цьому вирішена, а також шлях і принцип її рішення (що і для чого змінене, і яким чином). У самому крайньому вертикальному стовпчику вказати автора,

назва фантастичного добутку, місце, видавництво, рік публікації і сторінки), де це опубліковано. І так – по всіх проблемах.

Найпростіше використання такого фонду – порівняння задач, що виникли у вас, і тих, котрі уже вирішені фантастами. Можуть бути задачі-аналогі: продовження життя людини і технічної системи. Скажімо, засоби різні. Але шляхи рішення можуть бути тими же чи аналогічними.

### **6.12. Етапи розвитку техніки**

Пробитися через шар ноосфери до майбутнього виду системи універсальних перетворень – прийомів і стандартів непросто. Для побудови системи етапів скористаємося системою законів розвитку техніки, придуманої Альтшуллером і таблицею Менделєєва. А чому? Помітимо подібність речовини і техніки. Речовини розташовані в таблиці Менделєєва ліворуч праворуч у міру ускладнення їхньої будівлі і зверху вниз у міру підвищення їхньої енергетичної сили.

Ліворуч праворуч розмістимо основні матеріально-енергетичні структурні схеми-зображення стандартних рішень у міру ускладнення їхньої структури і підвищення їхньої ефективності, а зверху вниз – основні види енергій, використовуваних у техніці. Наприкінці вертикалі розташуємо інформаційну енергію. Під нею можна розуміти усе, що входить в інформатику. І, напевно, наступні покоління додадуть ще



нижче інформаційно-енергетичні можливості людини, безпосередньо силою думки змінювати матерію і створювати з неї щось нове.

Уявимо історію розвитку технічних засобів у виді круглих сходинок піраміди. Універсальні евристичні перетворення повинні розміщатися на її сходинках у виді концентричних кіл: від усе більш широких у основі – до більш вузького до вершини. Якщо розмістити зображення конкуруючих типів устаткування на сходинках піраміди, то відразу буде видно, хто з конкурентів, на якій ділянці уявної кривої знаходиться й у кого які потенційні можливості. Та й самих кривих у міру удосконалювання об'єкта може бути кілька. Повна картина проясниться, якщо криві розташувати у виді графіків збоку від піраміди.

**Перший етап** знаменує собою народження системи. Невідомий геній вирішив складну винахідницьку задачу – створив новий технічний засіб. Якщо першим винаходом прийнято вважати ніж, то першою машиною – верстат для добування вогню, він же по сумісництву – свердлильний. Потім один з послідовників невідомого нам генія зробив наступний винахідницький крок – повернув верстат по вертикалі на 90°. І, додавши винахід № 1 – ніж, але вже як різець, одержав токарний верстат. На першому етапі систему збирають з порізно відомих частин. Так, винахідник велосипеда Драйз, якщо не

вважати його російських попередників, створив велосипед з відомих усім коліс і жердин .

На **другому етапі** винахідник починає активно користатися своїм винаходом чи надає це іншим. І отут з'ясовується, що при взаємодії з людиною, навколишнім середовищем і технікою можуть виникати всілякі неприємності. І той же чи інший винахідник одержує нову винахідницьку задачу. Для верстата це була задача створення захисного корпусу, для велосипеда – шина. В міру подальшого розвитку об'єкт може знову повертатися на цей етап. Так з'явилися крила для велосипеда, гальма, захисний щиток і автоматика безпеки для верстата.

На **третьому етапі** вже створена надійна система починає розвиватися, причому з різним ступенем інтенсивності. Велосипед знаходить педалі і ланцюг, токарний верстат – двигун і привід .

На **четвертому етапі** приходить черга змінювати режими роботи. І велосипед одержує багатозірчкову систему регулювання швидкостей. Верстат одержує шестеренчасту систему регулювання швидкості.

За часом об'єкти можуть перескакувати етапи, а потім повертатися на них. Чередування об'єктів з різними фізичним принципом дії в етапах може бути різне. Деякі етапи викладені тут як суміжні, виходячи з їхньої логічної подібності.

На **п'ятому етапі** настає черга раціонального використання часу. Перерви в одній дії можна використовувати і для здійснення іншого, часто протилежного йому по змісту дії, для концентрації енергії. Можливо і рівнобіжне здійснення дій, а також попереднє забезпечення мір безпеки. У велосипеді – це ліхтар і шпалерна муфта, щоб педалі не били по ногах.

**Шостий етап** – резерв використання досягнень геометрії для підвищення ефективності зрілих технічних систем. У молодшого брата велосипеда – мотоцикла введення гусениці істотно підвищило прохідність. Ну а геометричні чудеса нових різців і свердел широко відомі.

На **сьомому етапі** підвищення міцності і надійності зрілих технічних систем досягається використанням можливостей фізики, хімії, біології і т.д. Винахід гуми дав життя шинам. Мастильно-охолоджувальні рідини постійно удосконалюються. З'являються нові сплави для підвищення стійкості різців. Це і заміна парового двигуна двигуном внутрішнього згорання.

**Восьмий етап** – революційний. Відкриття нового фізичного явища, використаного Басовим і Прохоровим для створення лазера, відкрило і нові можливості в обробці металу. Лазер з успіхом замінює і токарний різець, і фрезу. Аналогічно у свій час електродвигун прийшов на зміну паровому приводу токарних цехів.

**Дев'ятий етап** – використання можливостей зміни властивостей речовини при зміні його агрегатного стану. Преси з тепловим приводом, розвальцьовування труб льодом відомі вже років тридцять. Велосипед освоїв поплавці для водяних подорожей.

**Десятий етап** з успіхом міг би стать і другим в історії багатьох технічних засобів. Це зміна розмірів і кількості робочих органів. У велосипеда з'явилося величезне колесо, від падінь з який велосипедистів врятувало введення ланцюгової передачі. А от величезні кар'єрні самоскиди й екскаватори себе виправдали. Наприкінці ХХ ст. ефективними в містах стали веломобілі. Гігантські гідротурбіни зажадали і гігантські токарні і фрезерні верстати.

**На одинадцятому етапі** інструменти і робочі органи майже що зникають. М. Альтшуллер назвав це явище переходом на мікрорівень. У металообробних верстатів інструментом стають промінь лазера, ультразвук, струмінь кислоти. Креслення зчитують за допомогою фотоелементів. Міцність металу підвищується хімічними засобами замість кування, накатки і т.д. Можливо, дуже незабаром з'явиться велосипед на антигравітаційній подушці. А поки на мікрорівень перейшла опора велосипеда – дорога. З'явився літаючий велосипед.

На останньому, дванадцятому, етапі технічна система зникає. Токарна обробка буде поглинена гідро екструзією (гідро

різанням) і порошковою металургією, завдяки використанню мікрорівневою чи близькою до неї обробкою металу. Мотоцикл замінюють мотоходулі . Дороги замінюють конвеєри і понтони.

Пропонуємо нашим читачам вибрати улюблений чи цікавий технічний об'єкт і спрогнозувати його проходження по тим етапам, до яких він ще не «докрокував». Можна взяти кілька конкуруючих об'єктів одного призначення і порівняти їхнє просування по сходинках піраміди. Удалих прогнозів!

## **Розділ 7. Шляхи впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти обдарованих учнів**

### **7.1. Зміст STEM навчання**

Першочергові завдання щодо впровадження STEM-освіти, їх впровадження в освітньому напрямку STEM, варто виокремити такі: – нормативно-правове забезпечення освітнього напрямку STEM; – вивчення наявного вітчизняного та світового практичного досвіду розбудови освіти обдарованих і реалізації освітнього напрямку STEM; – створення нових моделей інтеграції формальної та неформальної освіти на рівні змісту, освітнього середовища, відповідних освітніх процесів та їх результатів; – розробка нових інтегрованих освітніх програм, технології створення індивідуальних освітніх траєкторій; – створення навчально-методичних комплексів: засобів STEM-

навчання, електронних навчальних посібників, STEM-проектів, STEM-кейсів тощо, які забезпечують особистісно-розвивальний зміст навчання, використовують окрім традиційних, ресурси глобальних і локальних комп'ютерних мереж, мультимедійні засоби, мережеві навчальні системи тощо; – об'єднання ресурсів формальної та неформальної освіти, залучення фахівців і ресурсів освітніх, наукових, промислових установ, бізнесу та ін.; – належна підготовка вчителів до роботи в нових інтегрованих умовах, їх об'єднання у творчі професійні мережеві спільноти, партнерство як на внутрішньому, так і на міжнародному рівні. Збагачення змісту навчання Збагачення передбачає широкий спектр заходів щодо якісної перебудови змісту навчання з метою розвитку інтелектуально-творчого потенціалу особистості дитини. Збагачення змісту STEM навчання пов'язують із максимальним використанням у структурі освітньої діяльності наукових та інженерних практик, методів наукової та технічної творчості. У процесі впровадження освітнього напрямку STEM варто звертати увагу на теоретичні моделі трансформації змісту, які більшою мірою гарантують позитивний результат під час запровадження в освітню практику, аніж варіанти фрагментарного, випадкового впливу на зміст.

## **7.2. STEM-освіта в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти учнів**

Насамперед розглянемо модель «Три види збагачення навчальної програми» Дж. Рензулі. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів Модель збагачення навчальної програми Дж. Рензулі:

I вид збагачення – «загальна орієнтовна діяльність» (ознайомлення учнів з різними сферами STEM-знань і відповідної професійної діяльності, які можуть їх зацікавити), як своєрідне підґрунтя дослідницької та конструкторської/винахідницької діяльності, що зорієнтоване на розширення кола інтересів і визначення схильностей учнів;

II вид збагачення – «уміння і навички, вищі розумові процеси» – спрямований на розвиток креативності та критичного мислення учнів, передбачає орієнтацію на розвиток інтелектуально-емоційної сфери в контексті набуття умінь, які необхідні для розв'язання широкого кола проблем реального світу;

III вид збагачення – «вищий рівень діяльності, самореалізація» – призначений для задоволення специфічних пізнавальних потреб здібних дітей, які орієнтовані на проведення самостійних досліджень, створення інженерних проєктів і вирішення творчих завдань (індивідуально і в малих

групах). Пропонована модель допускає як послідовне чергування виділених видів, так і незалежне використання кожного. Перший і другий види, на думку Дж. Рензуллі, призначені для всіх дітей, а третій – для дітей з особливими пізнавальними потребами, що забезпечує горизонтальне і вертикальне збагачення.

Пропонована модель якісної перебудови освітнього процесу в разі впровадження напряму STEM в умовах інтеграції формальної та неформальної освіти побудована на засадах дворівневої моделі збагачення змісту навчання (О. Савенков). Зазначену модель часто використовують у теоретичних дослідженнях, для розробки нових освітніх напрямів, програм, технологій. Вона може стати основою для розбудови освітнього напряму STEM. Саме збагачення надає можливість доповнити зміст освіти науковими та інженерними практиками, інноваційним змістом, диференціювати процес навчання.

Розвиток здібностей і талантів обдарованих учнів, можливість дозрівати емоційно в середовищі однолітків, дозволяє розвивати водночас свої інтелектуальні здібності на високому рівні. Разом із тим, використання в навчальному процесі спеціальних програм для обдарованих дітей, забезпечує позитивний ефект для всіх учнів. Кожна дитина стає особливою, якщо школа створює такі умови навчання, у яких вона може проявити власну природну дослідницьку та/або конструкторську



активність. Пропонована модель включає два умовно виділених самостійних рівні: «рівень горизонтального збагачення» і «рівень вертикального збагачення».

Дворівнева модель збагачення змісту навчання одарованих дітей:

– на «горизонтальному» рівні збагачення до традиційного навчального плану (в основному за рахунок варіативного компонента;

– факультативів, спецкурсів або на базі позашкільного закладу освіти та інших установ) додаються спецкурси з розвитку мислення, дослідницьких і конструкторських здібностей, а також практичні заняття, тренінги що орієнтовані на психосоціальну адаптацію дитини.

Реалізація STEM-заходів цього рівня передбачає наставництво (роботу з обдарованими дітьми кваліфікованого професіонала, вченого, фахівця з певної професійної діяльності або галузі знань), а також конкурентні форми взаємодії (різного роду змагання, конкурси, олімпіади, турніри тощо).

«Вертикальний» рівень передбачає реконструкцію наявних навчальних програм відповідно до принципів розвитку дитячої обдарованості в освітньому середовищі:

– орієнтування на розвиток дитячих талантів у галузі STEM передбачає застосування наукових досліджень та інженерних практик в якості методик навчання.

Запропоновані моделі варто розглядати як формат, що дає змогу вдосконалювати програми традиційних навчальних предметів, створювати авторські навчальні та навчально-розвивальні програми тощо. Вони також стануть у нагоді під час створення спеціальних освітніх STEM-програм на базі організацій неформальної освіти, які надають відповідні освітні послуги.

Впровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів забезпечується співробітництвом між постачальниками освітніх послуг формальної та неформальної систем освіти. Варто зауважити, що співпраця між постачальниками освітніх послуг формальної та неформальної освіти має широкий діапазон і може охоплювати:

- залучення учнів до розв’язання реальних проблем і ситуацій у навчальному середовищі, на робочому місці та в інших умовах;

- створення громадських мереж зацікавлених сторін для безпосереднього заохочення учнів до навчання та побудови кар’єри в STEM-сфері;

- втілення мобільних ініціатив стосовно участі вчителів і учнів сфери STEM у діяльності підприємств або наукових установ;

– підтримка ініціатив, які мають на меті адаптацію, інноваційне впровадження та інтеграцію принципів CSR (Колективна соціальна відповідальність) та RRI (Відповідальність у дослідницькій та інноваційній діяльності) у сферу STEM-освіти;

– проведення заходів з обговорення проблем для обдарованих учнів із метою розв’язання глобальних і соціальних проблем;

– волонтерську діяльність представників науки, бізнесу та виробництва в закладах освіти; – розроблення курсів, модулів і навчальних матеріалів для освітнього напрямку STEM;

– участь представників зовнішніх зацікавлених сторін, лабораторій, підприємств і організацій третього сектору; – співпраця освітніх закладів з науковими музеями, науковими центрами, зоологічними, ботанічними парками, планетаріями, обсерваторіями тощо;

– літні або позакласні програми STEM-спрямування в університетах і науково-дослідних центрах за цілеспрямованої підтримки залучення дівчат; – наставництво (менторство) з боку підприємців, представників малого та середнього бізнесу й інших зацікавлених сторін.

### **7.3. Створення дидактичних матеріалів для STEM-освіти**

Міжнародне партнерство здійснюється із урахуванням основних підходів до навчання й розвитку обдарованих дітей в процесі впровадження STEM-освіти і вдосконалення на їх основі програм навчальних предметів, факультативних та елективних курсів. Це дає можливість педагогічному колективу, вчителю, викладачу, фахівцю долучитися до всеукраїнського та міжнародного партнерства з розбудови освітнього напрямку STEM через розроблення авторських навчальних програм, створення дидактичних матеріалів для STEM-освіти, передачі практичного досвіду тощо. Відкриті освітні ресурси неформальної освіти STEM-партнерство сприяють більш широкому використанню в навчальному процесі відкритих освітніх ресурсів неформальної освіти, які доповнюють традиційні

STEM-засоби навчання, надають можливість зацікавити учнів науковими й інженерними практиками, більш ефективно готувати їх до майбутньої кар'єри, використовувати віртуальні класи чи віддалені лабораторії для диференціації навчального процесу, долучитися разом з учнями до міжнародної проектно-дослідницької діяльності. В мережі інтернет запропоновано багато матеріалів з низкою прикладів відкритих українських та іноземних освітніх ресурсів для підтримки STEM-навчання.

## **Розділ 8. Досвід роботи гуртків STEM-освіти в позашкільних закладах**

### **8.1. Гурток «Основи робототехніки та комп'ютерного програмування»**

Багато громад за кошти обласного та місцевого бюджету відкрили в своїх позашкільних навчальних закладах гуртки «Робототехніка і комп'ютерне моделювання».

Ними було придбано нове обладнання та облаштовано інноваційні навчальні лабораторії. Значну допомогу в створенні цього напрямку навчання «Робототехніка і комп'ютерне моделювання» надають місцеві бізнесмени та організації.

Так наприклад у 2017 році за рахунок коштів спецфонду депутатів Запорізької облради в Центрі «Грані» було оновлено технічну базу лабораторії «Робототехніка і комп'ютерне моделювання» та створено базу ще для 2-х напрямів STEM-освіти: «Електронне моделювання та конструювання» та «3D-моделювання».

Актуальність роботи гуртка «Робототехніка і комп'ютерне моделювання» пов'язана з популяризацією професії інженера та розвитком робототехніки. Мета роботи гуртка – формування компетентностей особистості засобами комп'ютерного моделювання та робототехніки. Робота гуртка спрямована на залучення вихованців до сучасних технологій конструювання,

програмування та використання роботизованих пристроїв (наборів Lego Mindstorms EV3 (NXT)). Основні завдання роботи гуртка «Робототехніка і комп'ютерне моделювання» полягають у формуванні таких основних компетентностей:

- пізнавальна, оволодіння основними поняттями робототехніки, технічного конструювання та моделювання роботів, написання керуючих комп'ютерних програм;

- практична закріплення та поглиблення вмінь і навичок конструювання роботів з використанням відповідних матеріалів й інструментів;

- удосконалення умінь і навичок програмування в галузі робототехніки;

- творча, розвиток образного, технічного мислення, проектування та створення власних комп'ютерних програм та програм керування діючими моделями роботів, розвиток пізнавальної активності, стійкого інтересу до робототехніки;

- інформаційно-комунікаційна, впевнене і відповідне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для створення, пошуку, обробки та обміну інформацією під час проектування роботів; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо);

- соціальна, створення умов для самореалізації, соціальної адаптації дітей, виховання культури праці, дисципліни, точності й акуратності, вміння працювати в команді.

Реалізація мети і завдань гуртка здійснюється у процесі проведення теоретичних та практичних занять. Зміст програми базується на знаннях, уміннях і навичках, набутих вихованцями при вивченні таких навчальних предметів, як: «Фізика», «Математика» та «Інформатика». Запропонований для вивчення теоретичний матеріал та практичні завдання, їх послідовність та структурованість відповідають дидактичним принципам: наступності, доступності та науковості. Заняття у гуртку передбачають варіативність технологій, методів та форм навчання. У процесі організації освітнього процесу поряд із груповими та колективними формами роботи проводиться індивідуальна робота з учнями, в тому числі при підготовці до різноманітних змагань, виставок та інших масових заходів. Навчання у гуртку не потребує спеціальної підготовки та спеціальних знань. Навчальний матеріал програми адаптований до занять з вихованцями різного рівня підготовки відповідно до їх вікових особливостей. Для створення роботів використовується набір Lego Mindstorms Education EV3 або Lego Mindstorms Education NXT. При розробці програми, за якою діятиме модель, залежно від комплектування набору, використовуються візуальні мови програмування EV3 (NXT та Robolab). Конструктор LEGO Mindstorms Education дозволяє вихованцям у формі пізнавальної гри дізнатися багато нового про робототехніку та розвинути навички, необхідні в

подальшому житті. Lego-робот допомагає зрозуміти основи робототехніки, наочно реалізувати складні алгоритми, проаналізувати питання, пов'язані з автоматизацією виробничих процесів та процесів управління. Перевірка та оцінювання знань й умінь вихованців здійснюється під час виконання ними практичних робіт, а також під час проведення змагань та підсумкових виставок.

## **8.2. Зміст навчання в гуртку «Робототехніка і комп'ютерне моделювання»**

Під час занять у гуртку «Робототехніка і комп'ютерне моделювання» вихованці навчаються:

- самостійно вирішувати технічні завдання в процесі конструювання роботів;
- створювати діючі моделі роботів на основі конструктора ЛЕГО;
- створювати програми на комп'ютері на основі комп'ютерної програми Robolab 2.9.4;
- передавати програми в NXT;
- коригувати програми при необхідності;
- демонструвати технічні можливості роботів.

Запроваджувати робототехніку в навчальний процес можна різними шляхами. Одним з них є участь у змаганнях, олімпіадах та інших формах масових заходів.



Нижче наведено календар змагань робототехніків на фестивалях, змаганнях Всеукраїнського чемпіонату, обласних конкурсах.

– 11-12 березня 2017 року в м. Києві в Українському домі відбувся перший Всеукраїнський фестиваль «ROBO first – більше ніж роботи». Масштабна міжнародна подія в сфері освіти, науки і техніки зібрала талановитих, творчих, ерудованих дітей, які продемонстрували свої вміння в галузі конструювання робототехніки, програмування, інженерії та архітектури. У змаганнях Всеукраїнського чемпіонату FIRST LEGO League взяли участь 53 команди з усієї України.

– 22 квітня 2017 року Відкритий регіональний фестиваль робототехніки «Smart Robo Fest». Демонстрація роботів, зібраних на основі конструкторів «Lego Mindstorms» та позмагались в робо- сумо – найпопулярнішому виді змагань між роботами та робо-слалом.

– 11 травня 2017 року у м. Дніпро в Національному центрі аерокосмічної освіти молоді імені А. Макарова конкурс «Робототехніка та комп'ютерне моделювання».

– 24 березня 2018 На «Robo buttle вихованці змагалися в 4 дисциплінах: Robo Sumo (автономна битва на рингу), Line Race (гонка по лінії), Wedo2 та Robo Sumo Controlled (пілотовані бої роботів на рингу).

– 2-3 червня 2018 року фестиваль «BestRoboFest-2018, в м.

Дніпро.

– 27 жовтня 2018 р. у приміщенні сімейно-розважального центру «Дитяча планета» м. Дніпро, відкритий турнір з робототехніки «RobotikУм».

Разом з відкриттям гуртка «Робототехніка та комп'ютерне моделювання» постійно діють курси для викладачів інформатики за напрямом «Робототехніка та комп'ютерне моделювання», постійно проводяться лекції та майстер-класи. Це призвело до того, що аналогічні гуртки були відкриті в декількох навчальних закладах Запорізької області, ще один крок до подальшого впровадження STEM-освіти.

#### ПІДВОДНА РОБОТОТЕХНІКА

В даний час в світовій практиці накопичений значний методологічний та практичний досвід створення та використання підводних робото-технічних систем для вирішення науково-дослідних та прикладних задач у інтересах різних галузей.

Прогрес в даній області полягає у створенні більш досконалих систем, технологій та багатофункціональних комплексів, що забезпечують вирішення широкого спектру завдань у умовах складного підводного середовища. При цьому встановлена певна спеціалізація підводних апаратів (див. Рис. 37–38.).



Рис. 37. Випробування підводних робото-технічних моделей.



Рис. 38. Гуртківці вчать керувати підводними робото-технічними моделями.

Підводна робототехніка відноситься до пріоритетним напрямів розвитку інженерної думки.

Ця галузь в найближчому майбутньому буде максимально популярна. В різних країнах світу дитяча творчість включає цей напрямок. На заняттях учні розробляють і виготовляють телекеровані апарати різної складності, а також збирають підводного Робота з конструктора MUR для участі в змаганнях.

Зараз MUR може плавати близько години від звичайних батарейок і близько 8 годин від спеціального комплексу елементів живлення. Швидкість до 1 м/сек. Він розрахований перш за все для басейну, але може використовуватися і у відкритій воді. Проводились навіть підлідні випробування. Робот відмінно себе почуває під льодом. На відкритому просторі відстань від оператора до робота може становити до 100 метрів, на скільки вистачить сигналу Wi-Fi. Весь комплект разом з упаковкою важить 5,5 кг. MUR більше орієнтований на дітей.

В Україні телекерований апарат для підводного дослідження водойм, розроблений Андрієм Гонтаренко – українським конструктором. Робот оснащений вбудованою відеокамерою, освітлювачами і приводами, бортовим комп'ютером, цифровим горизонтом, датчиками глибини, температури, контролю герметичності корпусу, мікрофоном. Апарат випробовувався на глибині 45 метрів на озері Світязь Волинської області.

### **8.3. Гурток «Електронне моделювання та конструювання»**

Розглянемо зміст навчання в гуртку «ЕЛЕКТРОННОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ».

Електронне моделювання та конструювання – суміш електроніки та програмування, що дозволяє побудувати систему «розумний будинок», з «нуля» зібрати свого власного робота або мобільний телефон та управляти чим завгодно: від мигольоту до квадрокоптера.

#### **Гурток створений для тих:**

– хто хоч раз дивився канал Discovery, передачі «Як це влаштовано?», «Як це працює?»

– для дітей яким цікаво зламати дитячий конструктор і склеїти скотчем як хочеться;

– для тих діток, які виривали у батьків іграшки і кричали - «Пусти, я сам!»

– для батьків, які пам'ятають журнали «Техника молодежи», «Зроби сам», мультфільм «Івашка з палацу піонерів».

– для тих, у кого є час і бажання створювати щось своє.

– для чарівників, що хочуть навчитися запалювати ялинку, плескаючи в долоні, відкривати двері жестом, заводити машину дзвінком по телефону;

– хто може поганяти kota в Scratch, вміє працювати ножицями, різати, пиляти, стругати.

- не боїться фізики, електрики і програмування.

### **Займаючись у гуртку, учні навчаються:**

- управляти роботами Pololu 3pi і Zumo Robot;
- створювати розробки на базі SparkFun Inventor's Kit;
- програмувати з використанням Scratch for Arduino і Arduino-сумісних плат TETRA;
- програмувати систему «розумний будинок»,
- з «нуля» збирати власного робота або мобільний телефон,
- управляти чим завгодно: від миготіння світлодіоду до польоту квадрокоптера.

## **8.4. Гурток програмування Scratch («скретч»)**

Розглянемо програму гуртка «ТВОРЧА ДІЯЛЬНІСТЬ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ SCRATCH»

**Scratch («скретч»)** – захоплююча платформа для навчання програмуванню. Scratch – інтерпретована динамічна візуальна мова програмування, основана і реалізована на Squeak. Ця мова має за мету навчити дітей поняттю програмування і дає змогу створювати інтерактивні історії, ігри, анімації, музику та інші витвори. Завдяки динамічності, вона дає змогу змінювати код навіть під час виконання. Ними можна обмінюватися всередині міжнародної спільноти, яка поступово формується в мережі Інтернет. Середовище програмування можна безкоштовно

завантажити і вільно використовувати у шкільній чи позашкільній освіті. Scratch базується на традиціях мови Лого (перехід в програмуванні від обробки чисел до керування об'єктами). Альтернативою Лого є мова програмування Scratch. У середовищі Scratch використовується метафора цеглинок Лего. Конструктори Лего знають всі. Це об'єктно-орієнтоване середовище, в якому блоки програм збираються з різнокольорових «цеглинок» команд так само, як машини збираються з різнокольорових блоків у конструкторах Лего. У середовищі Scratch використовується метафора цеглинок Лего, з яких навіть найменші діти можуть зібрати прості конструкції. Але, розпочавши з малого, можна далі розвивати та розширювати своє уміння будувати і програмувати.

Scratch – середовище програмування, яке дозволяє дітям створювати власні анімовані та інтерактивні історії, ігри, тести і інші програми.

В гуртку знайомлять з логікою і принципами програмування у візуальному середовищі, шляхом збирання програми із графічних блоків-команд, а тому інтуїтивно зрозумілі. У Scratch немає слів, які потрібно знати напам'ять і вміти писати без помилок. Програми в Scratch не пишуть, а збирають за допомогою «мишки» з готових блоків-команд, схожих на блоки конструктора Лего.

Scratch розвиває початкові навички програмування та

логічного мислення завдяки наявності розширеного набору команд та можливості самостійно програмувати поведінку об'єктів. Водночас дозволяє легко створювати ігри та проекти, які виглядають досить професійно і в недалекому минулому були під силу лише досвідченим програмістам. Програмування – один з найважливіших навичок для сучасної людини. Заняття програмуванням не тільки забезпечить дитині високооплачувану роботу в майбутньому, а й підвищить його успіхи в математиці зараз, адже результати розроблених ним алгоритмів можна буде побачити на практиці, що напевно розвине інтерес до точних наук.

Отже, Scratch дозволяє граючись, засвоїти багато математичних понять, познайомитись з логікою і принципами програмування, підготуватись до вивчення сучасних мов програмування, освоєння яких дуже спрощується.

Коли учні створюють проекти в Scratch, вони опановують навички 21 сторіччя, які їм будуть необхідні для успішної самореалізації та майбутнього успіху:

- **творче мислення використання технологій ясне спілкування;**
- **ефективна взаємодія системний аналіз проектування;**
- **постійне навчання;**



## **Розділ 9. 3D-МОДЕЛЮВАННЯ і STEM-освіта**

### **9.1. Використання технологій за допомогою 3D-принтерів**

Сучасним трендом в освітніх технологіях, які відповідають всім вимогам є 3D технології (3 dimensions – трьохвимірність). 3D-технології міцно закріпились в світі комп'ютерної індустрії.

Тривимірне моделювання стало невід'ємною частиною інженерного проектування, різних технічних пристроїв, архітектурно-ландшафтного дизайну, і звичайно ж, сфери розваг. Техніка стрімко розвивається. За допомогою 3D-принтерів вирішують все більш складні інженерні завдання на Землі та за її межами.

Наразі тривимірні технології посідають одне із перших місць не тільки в промисловості, а й у повсякденному, побутовому житті людини. Використання подібних технологій спрощує багато процесів життєдіяльності. Тривимірна графіка – це зображення, що відображається в трьох вимірах. Тобто – це зображення на площині, яке відрізняється від двомірного тим, що складається з побудови геометричної проекції тривимірної моделі сцени на площині. Однак, тривимірна графіка – це не лише «об'ємні» зображення на площині. Також під цю категорію потрапляють технології тривимірного друку і сканування. Іншими словами, вже сьогодні існують 3D-пристрої, які дозволяють сканувати та друкувати об'ємні предмети, створювати віртуальні моделі за допомогою

спеціального програмного забезпечення. 3D моделювання – це процес створення об’ємної моделі будь-якого предмета. Мета тривимірного моделювання полягає в тому, щоб створювати візуальний тривимірний образ потрібного об’єкта. Це дозволяє створювати не лише нові об’єкти, а й точні копії вже існуючих. Сучасні 3D технології відкривають перед людьми нові можливості, що практично не мають кордонів. Вже сьогодні можна роздрукувати практично будь-який предмет і повноцінно використовувати його. При цьому, друк може здійснюватися різними матеріалами: різними видами пластика, склом, металом, будівельними сумішами тощо. Виходячи з цього можна сказати, що побудова 3D-моделей та їх друк на 3D-принтерах є одним із найперспективніших напрямків в розвитку індустрії.

## **9.2. Найперспективніших напрямків в розвитку індустрії 3D-моделей**

Тому саме зараз навчання 3D-технологіям має стати поряд з основними напрямками освіти як учнів, так і вчителів. Навчання допоможе учням розвивати уяву, збагачувати освітній процес та рухатися в ногу з розвитком сучасних технологій у світі (див. Рис. 39.).



Рис. 39. Етапи роздрукування 3 D-моделі літака.

(посилання для випробування 3D-принтера:

[https://www.youtube.com/watch?v=Yo8616UPuWA&feature=youtu.](https://www.youtube.com/watch?v=Yo8616UPuWA&feature=youtu.be)

*be*

### **9.3. Розробка проекту меблів за допомогою САПР «PRO 100» 3 D-моделювання**

Проектувати вироби з деревини нині можна не тільки на папері, а й на екрані комп'ютера за допомогою спеціалізованих програм, які наочно демонструють кожну деталь майбутнього виробу. Сьогодні вчителі технологій і профільного навчання повинні володіти прогресивними методами проектування, бути «озброєні» сучасними ефективними інформаційними технологіями, зокрема отримати навички роботи в одній із систем САПР. В цій роботі ми спробуємо показати ряд можливостей графічної програми PRO100 у проектуванні виробів з деревини на прикладі розробки проекту тумби.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для того, щоб проектувати вироби з деревини на комп'ютері використовують як спеціалізовані (PRO 100, bCAD-Мебельщик, Базис-Конструктор-Мебельщик, KitchenDraw, Astra, Woody) так і універсальні (T-FLEX, Mechanical Desktop, AutoCAD, 3D Studio Max) програми.

За допомогою спеціалізованих програм є можливість швидко і, головне, якісно створювати будь-які конструкції виробів з деревини, розраховувати їх попередню вартість безпосередньо на екрані ПК. До того ж, конструктор отримує наочні ілюстрації проекту, детальні складальні креслення, а також креслення окремих деталей.

Впровадження САПР у процес навчання студентів проектуванню виробів з конструкційних матеріалів, зокрема деревини, є актуальним у сьогоденні. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що в цьому напрямку працюють ряд науковців. Так, Ю.І. Рудін стверджує, що дизайн і конструювання виробів з деревини нерозривно пов'язані зі спеціалізованими комп'ютерними програмами, зокрема bCAD-Мебляр. А. Стариков у своїх працях розглядає автоматизоване конструювання виробів корпусних меблів на основі САПР «bCAD для Мебляра», «Базис-Конструктор-Мебляр» [6]. Досвід використання програмного комплексу T-FLEX для параметричного проектування в меблевому виробництві наведено у статті П.В. Перфільєва.

Науковцями висвітлюються різноманітні проблеми впровадження САПР у процес навчання студентів проектуванню виробів з деревини. Однак, питання розробки конструкторської і технологічної документації на вироби з деревини в САПР PRO100 з покроковими сценаріями поетапного виконання побудов залишаються невирішеними.

Розглянемо послідовність розробки проекту тумби засобами графічної програми PRO 100 майбутніми вчителями технологій і профільного навчання за допомогою 3 D моделювання, де базовим графічним пакетом є САПР PRO 100.

Програма PRO100 польського походження застосовується на всіх етапах процесу виробництва меблів, де споживач хоче осучаснити свою роботу, спираючись на досягнення комп'ютерної техніки. Програма може застосовуватися для проектування меблів «з нуля», для створення власної електронної бібліотеки, для планування постачання у виробництві, для аранжування інтер'єрів, або ж, нарешті, для надання сприяння в процесі безпосереднього продажу – на кожному з цих етапів доступна візуалізація, різні типи видів, оцінка і рапорти. Простота обслуговування (більшість операцій можна виконати за допомогою миші), швидкість дії, а також постійна можливість введення змін в проєкті, значно полегшує життя виробникам і продавцям виробів з деревини.

Створення нових виробів в деревообробній промисловості відбувається в такій послідовності: на основі аналізу продукції, що випускається, проєктується нова, яка володіє більш високими естетичними, експлуатаційними або іншими властивостями, потім проводяться інженерні розрахунки і моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення і збут виробу. При цьому отримують замкнутий цикл, оскільки проєктування нового виробу виконується на базі аналізу ринку і даних про ефективність, надійність і збут моделей, що випускаються.

Розглянемо приклад виконання проекту «Розробка проекту тумби за допомогою САПР PRO 100». Мета роботи: навчитися проектувати різні типи тумб за допомогою САПР PRO 100.

Згідно інструкції студентам ставляться такі завдання: опрацювати та законспектувати питання для контролю самопідготовки; підготувати ескізи тумби під мийку на кухню; затвердити ескіз тумби у викладача; спроектувати методом комбінування тумбу під мийку, згрупувати деталі об'єкту, надати відповідну текстуру елементам виробу; зберегти файл у базі бібліотеки «Меблі»; роздрукувати проект тумби під мийку; подати письмовий звіт за результатами виконаної роботи.

Завдання були визначенні з урахування особливості побудови тумби під мийку, конструкція якої має свої особливості. Вона полягає у виконанні вправ на конструювання отвору у кришці під мийку.

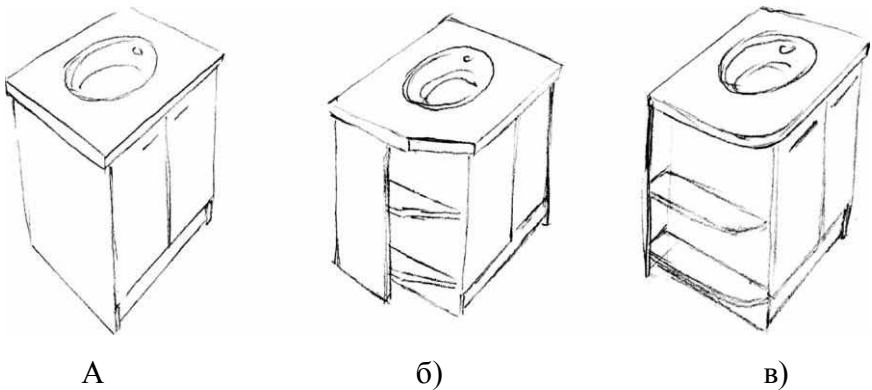


Рис. 40. Ескізи тумб (авторська розробка)

Ознайомившись зі специфікою конструкцій тумби студенти під час самостійної роботи виконують ескізи тумб (рис. 40).

Для проєктування із запропонованих ескізів, було обрано тумбу (див. Рис. 40. в), яка скрадатиметься з двох частин: основна – тумба і додаткова – секція з полицками. В процесі деталізації було обрано такі параметри тумби: основний матеріал ДСП товщиною 16 мм; кришка ламінована ДСП товщиною 28 мм та габаритами 900x600; 2 бокові стінки – 695×510; 2 дверцята – 705×347; 2 перемички - 668x80; дно 1 шт. – 668×510; цокольна планка 1 шт. – 700×105 та 4 кутові задні елементи для підсилення конструкції з ДВП. Секція з полицками скрадатиметься з 3 полицок - 530×140, радіуси округлення на кінці кришки і полицках Я130; 1 бокової стінки – 810×533 і задньої стінки для утримання бокових полицок – 711×140. Утримуватиметься сама тумба на 4 ніжках, які регулюють по висоті.

Процедура позиціонування в процесі проєктування може виявити і візуально показати недоліки в попередніх обрахунках, що дасть можливість виправити їх і в подальшому уникнути неточності у проєкті конструкції.

Поетапність створення тумби:

1) створення бокових стінок та їх розміщення в просторі (позиціонування);



- 2) проектування дна тумби;
- 3) проектування двох перемичок, які з'єднують стінки тумби у верхній частині для надання жорсткості конструкції;
- 4) проектування ніжок;
- 5) розробка чотирьох кутових елементів тильної сторони тумби;
- 6) проектування цокольної планки;
- 7) створення дверцят тумби;
- 8) групування елементів тумби;
- 9) проектування кришки тумби (див. Рис. 41.);
- 10) створення отвору для мийки в кришці;
- 11) імітація мийки з використанням бібліотеки готових об'єктів компонування окремої секції з полицками тумби згідно ескізу та попередніх розрахунків;
- 12) зміна і корективи кольору елементів конструкції, додавання ручок.

Для кращої презентабельності проекту добавлено елемент освітлення та кольорове забарвлення стін і підлоги віртуального простору (див. Рис. 42.).

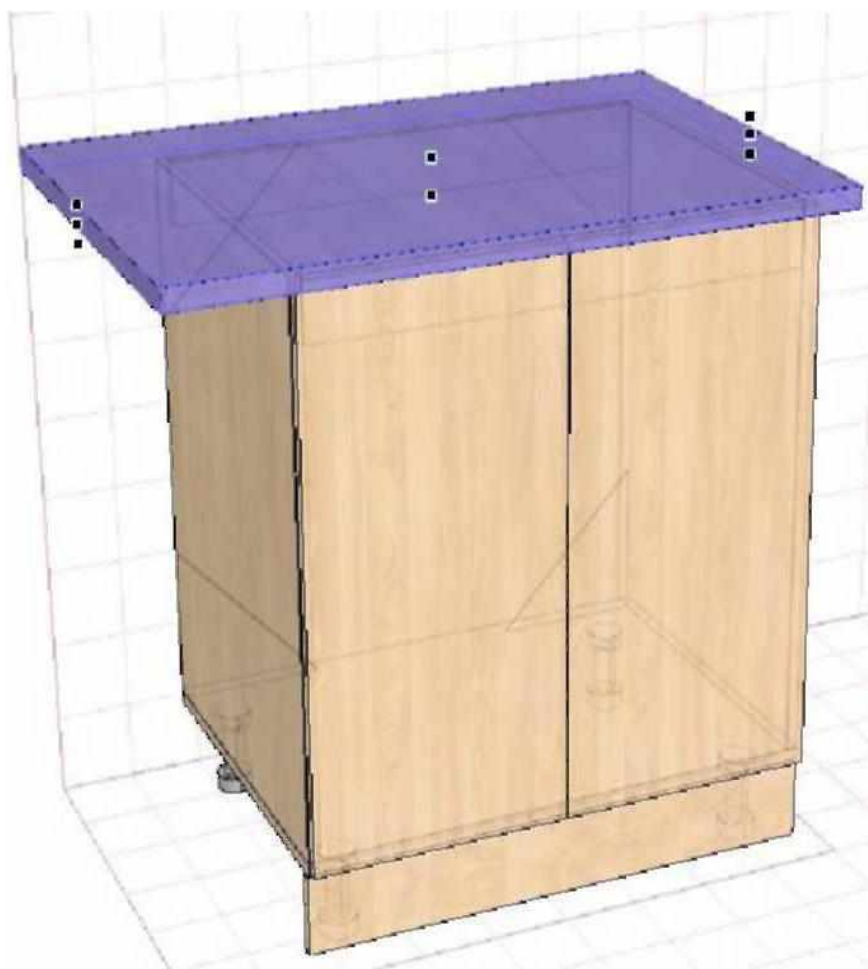


Рис. 41. Проектування кришки тумби (авторська розробка)

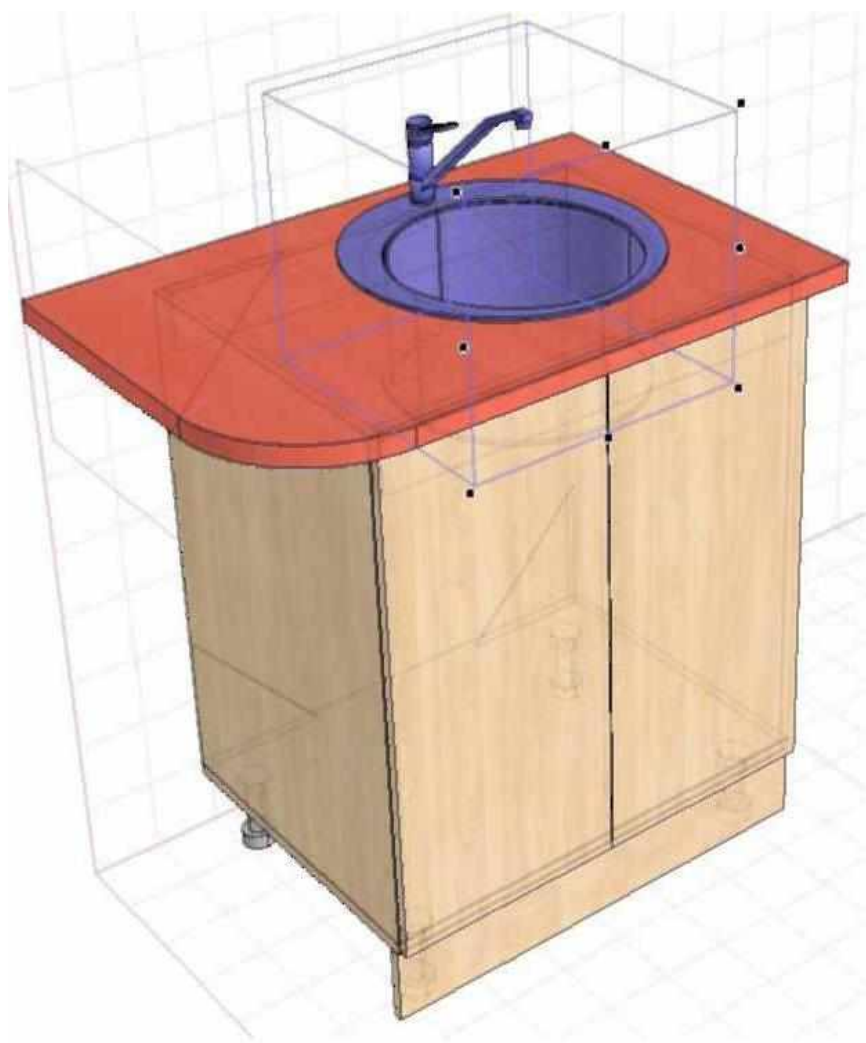


Рис. 42. Компонування мийки у кришці тумби (авторська розробка)



Рис. 43. Проект кухонної тумби під мийку (авторська розробка)

Проект тумби можна роздрукувати в будь-якому виді, яких у PRO 100 є (див. Рис. 43.) (перспектива, аксонометрія, вид зверху, вид спереду, вид справа, вид ззаду, вид зліва) за допомогою опції «Друк».

Слід відмітити, що проекти розроблених виробів практично реалізуються студентами в процесі виконання лабораторно-практичних занять з дисципліни «Практикум з

технології виготовлення виробів з деревини», яка читається паралельно з дисципліною «Системи автоматизованого проектування в технологічній освіті» [2].

Висновки. Досвід експлуатації САПР PRO 100 показав, що ця програма досить легко опановується користувачами. При цьому значно скорочується час на випуск креслярської продукції, помітно підвищується її якість. PRO 100 в очах майбутніх вчителів технологій і профільного навчання стає зручним і зрозумілим інструментом, який дозволяє полегшити та пришвидшити процес виконання традиційних навчальних операцій.

#### **9.4. Гурток 3D-моделювання**

Гурток 3 d-моделювання – це кроки дитини до пізнання і розуміння світу техніки з використанням найсучасніших комп’ютерних технологій, спроби її власної творчої діяльності, процес опанування певної системи технічних і технологічних знань, вмінь і навичок.

Метою роботи гуртка є формування компетентностей особистості із використанням сучасних комп’ютерних технологій.

В основі роботи гуртка лежить системно-діяльнісний підхід, який створює основу для самостійного успішного засвоєння учнями нових знань, умінь, компетенцій, видів і способів

діяльності. Робота гуртка спрямована на формування методологічних якостей учнів – вміння поставити мету і організувати її досягнення, а також креативних якостей – натхненність, гнучкість розуму, критичність, наявність своєї думки, комунікативних якостей, обумовлених необхідністю взаємодіяти з іншими людьми, з об'єктами навколишнього світу і сприймати його інформацію. В ході вивчення комп'ютерних технологій у молодших школярів можуть бути сформовані такі здібності:

- використовувати різні способи пошуку, збору, обробки, аналізу, організації, передачі та інтерпретації інформації;
- готувати свій виступ і виступати з аудіо-, відео- і графічним супроводом; • дотримуватися норм інформаційної вибірковості, етики та етикету.

Цілі – формування і розвиток в учнів інтелектуальних і практичних компетенцій в області створення просторових моделей, освоєння елементів основних допрофесійних навичок фахівця з тривимірного моделювання. Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання.

### **Сформувати:**

- позитивне ставлення до алгоритмів тривимірного моделювання;
- уявлення про основні інструменти програмного забезпечення для 3D-моделювання.

### **Сформувати вміння:**

- орієнтуватися в тривимірному просторі сцени;
- ефективно використовувати базові інструменти створення об'єктів;
- модифікувати, змінювати і редагувати об'єкти або їх окремі елементи;
- об'єднувати створені об'єкти в функціональні групи;
- створювати прості тривимірні моделі і роздруковувати їх на 3D-друк або моделювати їх за допомогою 3d-ручки.

Форма занять спрямована на активізацію пізнавальної діяльності, на розвиток творчої активності учнів. Результати роботи представляються індивідуально кожним учнем у вигляді надрукованого на 3d-принтері продукту – формат опису проектного продукту модуля (курсу): Плановані результати освоєння програми включають такі напрямки: формування універсальних навчальних дій (особистісних, регулятивних, комунікативних, пізнавальних), навчальну та ІКТ-компетентність учнів, досвід дослідницької та проектної діяльності, навички роботи з інформацією.

### **Особистісні результати:**

- готовність і здатність учнів до саморозвитку;
- мотивація діяльності;
- самооцінка на основі критеріїв успішності цієї діяльності;

– навички співпраці в різних ситуаціях, вміння не створювати конфлікти і знаходити виходи зі спірних ситуацій тощо.

### **Програми STEM**

**Наша глобальна мета** – виростити покоління молодих інноваторів, які були б конкурентоспроможними не тільки на українському ринку, але і у світі. Тому STEM-освітні програми повинні бути розраховані на роботу з дітьми різного віку таку, яка відповідає **основним критеріям**:

- актуальність та іноваційність змісту;
- зрозумілість процесу реалізації програми (що конкретно роблять учні, які умови та обладнання необхідні для ефективної реалізації);
- наявність методики, яка дозволяє використовувати програму у будь-якому навчальному закладі;
- досягнення освітнього та виховного педагогічного результату та наявність інструментів для його вимірювання.

### **За терміном реалізації STEM-програми можуть бути:**

- короткострокові (від 2 до 24 годин);
- курсові (для літніх шкіл, курсів тощо) (від 24 до 80 годин);
- середньострокові (річні) (від 80 до 120 годин);
- довгострокові, неперервної додаткової освіти (від 300 до 600 годин);



– STEM-програми розробляються за такими основними напрямками:

- інтегровані, міжпредметні навчальні програми;
- робототехніка та інженерні розробки;
- «розумні пристрої» Інтернету речей;
- 3D-моделювання.

Наразі відбувається формування каталогу STEM програм, які рекомендовані МОН України для використання у навчальних закладах.

А Міністерство освіти і науки України, Український державний центр позашкільної освіти, кафедра позашкільної освіти Українського державного університету імені Михайла Драгоманова видали збірник «Навчальні програми з позашкільної освіти (науково-технічний напрям)», рекомендований МОН України (лист № 1/11-662 від 19.01.2018).

### **9.5. Сучасний тренд «STEM-освіта»**

**Сучасний тренд «STEM-освіта»** – концепція інтегрованого навчання учнів за чотирма профільними дисциплінами в міждисциплінарному та прикладному контексті є надзвичайно актуальним феноменом в аспекті стратегічного розвитку провідних країн світу щодо отримання ними конкурентних переваг у різних сферах людської діяльності.

STEM-освіта є мостом, що об'єднує навчання та кар'єру.

Його концепція готує дітей до технологічно розвинутого світу. Спеціалістам майбутнього потрібні всебічна підготовка та знання з самих різних навчальних областей природничих наук, інженерії, технології, математики тощо.

STEM-освіта сьогодні демонструє потужний науковий потенціал, для реалізації якого потрібно розробити стандарти STEM-орієнтованого освітнього контенту. Це можливо лише спільними зусиллями всіх учасників освітнього процесу, використовуючи інновації, передові комп'ютерні технології. Об'єднавши зусилля освітніх закладів, наукових установ та державних органів у поширенні здобутків у галузі STEM-освіти, необхідно впроваджувати елементи STEM у всі заклади освіти.

Підсумовуючи вище викладене, варто зазначити, що в сучасній соціокультурній ситуації інтенсивно формується нове уявлення щодо перспектив подальшого розвитку системи української освіти, надання якісних освітніх послуг, зокрема через упровадження в закладах освіти моделі STEM. Системний підхід до вивчення природничо-математичних дисциплін, на якому базується STEM-навчання, сприяє розвитку інновацій, реалізації творчого потенціалу особистості та її допрофесійної підготовки.

Заклади позашкільної освіти активно долучаються до процесів упровадження STEM-освітньої моделі: упровадження інтегрованого підходу до навчання вихованців, розвитку

навичок критичного мислення, активної комунікації і командної роботи, підготовки дітей до технологічних інновацій життя, застосування науково-технічних знань у реальному житті.

Отже, є всі підстави вважати, що STEM-освіта здатна стати тим фактором, що значно підвищить якість позашкільної освіти в аспекті підготовки майбутніх фахівців.

Залучення дітей до STEM-освіти, вибору ними подальших занять у Центрах юнацької творчості та інших закладах освіти, набуття навичок за інтересами дає змогу профорієнтувати школярів і учнівську молодь, до професій, які пов'язані з технікою та наукою.

Колективи педагогів Центрів юнацької творчості в подальшому мають на меті перетворення закладів позашкільної освіти в заклади позашкільної освіти «Науково-технічної творчості та STEM-освіти» з розширенням сфери його діяльності на освіту дорослих (в руслі положень нового Закону України «Про освіту»).

## **Розділ 10. Інтернет контент для STEM-освіти**

### **10.1. Стандарти STEM-орієнтованого освітнього контенту**

«STEM-освіта», це концепція інтегрованого навчання учнів за чотирма профільними дисциплінами в міждисциплінарному та прикладному контексті є надзвичайно

актуальним феноменом в аспекті стратегічного розвитку провідних країн світу щодо отримання ними конкурентних переваг у різних сферах людської діяльності. Саме STEM-освіта сприяє підготовці компетентних фахівців для високотехнологічних виробництв і забезпечує високий науковий потенціал будь-якої держави.

STEM-освіта є мостом, що об'єднує навчання та кар'єру. Її концепція готує дітей до технологічно розвинутого світу. Спеціалістам майбутнього потрібні всебічна підготовка та знання з самих різних навчальних областей природничих наук, інженерії, технології, математики тощо.

STEM-освіта сьогодні демонструє потужний науковий потенціал, для реалізації якого потрібно розробити стандарти STEM-орієнтованого освітнього контенту. Це можливо лише спільними зусиллями всіх учасників освітнього процесу, використовуючи інновації, передові комп'ютерні технології. Об'єднавши зусилля освітніх закладів, наукових установ та державних органів у поширенні здобутків у галузі STEM-освіти, необхідно впроваджувати елементи STEM у всі заклади освіти.

Підсумовуючи вище викладене, варто зазначити, що в сучасній соціокультурній ситуації інтенсивно формується нове уявлення щодо перспектив подальшого розвитку системи української освіти, надання якісних освітніх послуг, зокрема через упровадження в закладах освіти моделі STEM. Системний

підхід до вивчення природничо-математичних дисциплін, на якому базується STEM-навчання, сприяє розвитку інновацій, реалізації творчого потенціалу особистості та її допрофесійної підготовки.

Заклади позашкільної освіти активно долучаються до процесів упровадження STEM-освітньої моделі: упровадження інтегрованого підходу до навчання вихованців, розвитку навичок критичного мислення, активної комунікації і командної роботи, підготовки дітей до технологічних інновацій життя, застосування науково-технічних знань у реальному житті.

Отже, є всі підстави вважати, що STEM-освіта здатна стати тим фактором, що значно підвищить якість позашкільної освіти в аспекті підготовки майбутніх фахівців.

## **10.2. Інтернет посилання в допомогу STEM освіти**

Сьогодні на допомогу учням та педагогам приходять відкриті освітні інтернет-ресурси, які є доповненням до традиційних засобів навчання. Освітні сайти, віртуальні лабораторії, імітаційні тренажери, інтерактивні музеї роблять проведення дослідних експериментів доступними, а процес навчання творчим. Так, використання якісних освітніх інтернет-ресурсів, з одного боку, створює позитивну мотивацію до опанування учнями STEM дисциплінами, а з іншого – сприяє колективній навчальній діяльності усіх суб'єктів освітнього

процесу.

Види сучасних веб-комунікацій, які можна використовувати в навчально-виховному процесі під час підготовки кваліфікованих працівників, а саме підвищувати професійну компетенцію майбутніх фахівців:

– Веб-сайти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» ([www.imzo.gov.ua](http://www.imzo.gov.ua)) Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік

<https://imzo.gov.ua/innovatsijnyjosvitnij-projekt-vseukrajinskooho-rivnya-ya-doslidnyk/>;

– у рамках реалізації інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня «Я - дослідник»

<http://yakistosviti.com.ua/uk/IA-doslidnik>;

– у рамках освітнього проекту всеукраїнського рівня Проект «Якість освіти»;

– відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті stem-освіта [enedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/download/89/122](http://enedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/download/89/122);

– Веб-сайти, призначені для організації обміну навчальною інформацією між учнем та викладачем, автором навчального курсу чи іншим учнем Статичні навчальні сайти;

– освітні портали та мережі - <http://www.osvita.org.ua/>;

– ресурси навчальних закладів;

Електронні бібліотеки:

- <http://www.ukrcenter.com/>;
- <http://www.ukrreferat.com/>;
- <http://www.nbu.gov.ua/>;
- Веб-енциклопедії - <http://uk.wikipedia.org/>.

Інтерактивні навчальні сайти:

– вчити по-новому: гру Minecraft почали використовувати у школі електронний ресурс, режим доступу: <https://vn.20minut.ua/Podii/vchiti-ponovomu-gru-minecraft-pochali-vikoristovuvati-u-shkoli-10562386.html>;

- системи тестування - <http://www.testportal.if.ua/>;
- Інтерактивні тренажери - <http://www.yteach.com/>;
- онлайн засоби колективної роботи - <http://itosvita.ucoz.ua/>;
- онлайнві системи організації навчального процесу;
- поєднання різних ресурсів в одному середовищі;
- Національний центр «Мала академія наук України» <http://man.gov.ua/ua>;
- Інститут обдарованої дитини НАПН України <http://www.iod.gov.ua/events.php>;

– Інститут модернізації змісту освіти. Науково - практична конференція «STEM - світ інноваційних можливостей» у рамках ІХ Міжнародної виставки «Інноватика в сучасній освіті» та УІ Міжнародної виставки «WorldEdu - 2017»,

<https://imzo.gov.ua/?s=STEM;>

– Команда FablabFabricator — про мейкерство та 3D-друк в Україні [https://nachasi.com/2017/09/29/fablab-fabricator-talk/;](https://nachasi.com/2017/09/29/fablab-fabricator-talk/)

– Маніфест мейкерів: народжені створювати / Практики - Спільнокошт <https://bigggidea.com/practices;>

– Навчайся, створюй, ділися, грай [https://theukrainians.org/maker-faires/;](https://theukrainians.org/maker-faires/)

– Рух мейкерів в Україні: зазирнути під капот майбутнього <https://tyzhden.ua/Economics/169128;>

– Докладна інформація про події заходу та матеріали можна отримати за посиланням: <https://www.facebook.com/groups/805895179541236;>

– Острів знань <http://ostriv.in.ua> далі вставити;

– Користувачі, що мають власні облікові записи, які використовуються протягом тривалого часу - [http://dl.sumdu.edu.ua/;](http://dl.sumdu.edu.ua/) [http://disted.edu.vn.ua/;](http://disted.edu.vn.ua/)

– [http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560,](http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560)

– [http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno;](http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno)

– [https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino;](https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino)

– [https://uk.wikipedia.org/wiki/Mindstorms;](https://uk.wikipedia.org/wiki/Mindstorms)

– [https://www.exoforce.ru/31313-1-Lego-Mindstorms-Ey3-Opisanie-ObzorTehnologiya.pdf;](https://www.exoforce.ru/31313-1-Lego-Mindstorms-Ey3-Opisanie-ObzorTehnologiya.pdf)



### **10.3. STEM-освіта, і демонстрації досягнень через хакатон**

До вищезазначених ініціатив, орієнтованих на STEM-освіту, додається ще один напрям навчання і демонстрації досягнень – це хакатон. Саме слово «хакатон» – це термін, що вийшов від поєднання двох слів: хакер і марафон. Сьогодні хакатони вже не відносяться до хакерства, це просто «марафон програмістів», де невеликі команди фахівців з різних областей розробки програмного забезпечення (програмісти, дизайнери, менеджери) спільно працюють над вирішенням певної проблеми. Зазвичай хакатони тривають від одного дня до тижня. Завданням хакатона є створення повноцінного програмного забезпечення, але існують і хакатони, які призначені для освітніх або соціальних цілей різних напрямків і тематики – від освіти, медицини до міського проектування.

Серед великої кількості хакатонів, проведених в Україні у 2016 році відзначимо:

- GoI Teens STEM Hackathon – це хакатон ідей і проектів з розвитку електроніки, що засновані на синтезі природних наук, інноваційних технологій, інженерії та математики;
- Хакатон «Energy Hack» – перший Всеукраїнський енергетичний хакатон;
- «Energy Hack» для учнів 9-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів;

– вихованців позашкільних навчальних закладів. Метою даного хакатону було дослідження наявних та розроблення нових енергоефективних, енергоощадних рішень для жителів України.

Результатом роботи учнівської команди є власна діюча модель та мультимедійна презентація, де відображено бізнес-модель технічного напрямку.

Основними завданнями хакатонів є:

– залучення учнівської молоді до навчально-практичної та науково-дослідницької діяльності;

– поглиблення знань учнів із технічних та природничих дисциплін;

– формування пізнавальних інтересів учнів, організація їхньої самостійної та групової пізнавальної діяльності;

– сприяння професійному самовизначенню учнів.

Світовим лідером в сфері освітньої робототехніки є дочірня компанія холдингу LEGO Group-LEGO Education. Lego Education працює з 1980 року. У лінійці бренду як конструктори без електронної складової (Lego «Прості механізми», «Перші конструкції»), набори з мікропроцесором і датчиками для вивчення робототехніки в молодшій школі (Lego WeDo) так і набори для демонстрації наукових принципів в середній школі (Lego Технологія і фізика) і набори легендарної серії MINDSTORMS.

LEGO, а саме серія LEGO Mindstorms – це конструктор для створення програмованих роботів. Вперше він був представлений компанією LEGO в 1998 році. У 2006 році світ побачила модель LEGO Mindstorms NXT 1.0, в 2009 – LEGO Mindstorms NXT 2.0, а в 2013 — LEGO Mindstorms EV3. Набори LEGO Mindstorms комплектуються стандартними деталями LEGO.

#### **10.4. STEAM-проекти на уроках трудового навчання та технологій**

Впровадження STEAM-освіти в навчальну практику потребує особливого навчального дизайну, тобто не просто створення завдань чи підготовки підручників, а розроблення інтегрованих проектів, виконання яких потребувало б від учнів чи студентів розв'язання конкретних проблем, з якими вони зустрічаються в реальному житті. Основними під час розроблення таких проектів мають бути принципи людиноцентризму, практичної спрямованості, інтегрованості, творчості, співпраці та взаємоповаги.

Зростаючий рух до системи STEAM у класах як початкової, так і вищої освіти набирає обертів у всьому світі з вагомих причин. Учні, яких навчають за програмою STEAM, не просто вивчають предмет, а навчаються здобувати й застосовувати знання, задавати запитання, працювати в команді,

експериментувати й створювати нове. Такі навички є затребуваними в будь-якій сфері.

Залучаючи учнів до виготовлення предметів на основі інтеграції науки, техніки, мистецтва та математики, STEAM прагне викликати інтерес і любов до мистецтва та наук у дітей з раннього віку. Наука, технологія, техніка, мистецтво та математика є схожими дисциплінами, оскільки всі вони включають творчі процеси, і жодна з них не використовує лише один метод для дослідження чи розв'язання проблем.

Популярність STEAM-освіти пояснюємо тим, що для розв'язання більшості сучасних проблем необхідне інноваційне мислення, яке поєднує в собі інтелект науковця, технолога з уявою митця або дизайнера.

Щоб не чекати, коли в Україні почнуть готувати вчителів для організації STEAM-освіти, пропонуємо почати розроблення студентами педагогічних університетів STEAM-проектів, демонструючи переваги цього напрямку в освіті. У нашій практиці демонструємо майбутнім учителям трудового навчання, що STEAM-підхід дає можливість використовувати проектне навчання, яке поєднує різні науки, технології, інженерію, мистецтво й математичні розрахунки та сприяє створенню особливого навчального середовища, в якому всі учні можуть брати участь у розв'язанні конкретних практичних проблем.

До розроблення таких STEAM-проектів пропонуємо залучати й учнів, користуючись таким алгоритмом:

Визначення проблем: учитель разом із учнями визначає можливі проблеми для вивчення в межах навколишньої місцевості (клас, школа, соціальна спільнота, навколишнє природне середовище).

Опитування інших. Учні можуть здійснити опитування інших (однокласників, батьків, інших дорослих) щодо їхнього погляду на проблему.

Генерування ідей: учні, які зазвичай працюють у невеликих групах, генерують безліч ідей і запитань, щоб вирішити проблему; шукають аналогі в різних джерелах інформації; опрацьовують знайдену інформацію.

Ескізний дизайн: креслення або ескіз вибраного дизайну створюється за допомогою олівця та паперу або за допомогою відповідних комп'ютерних програм, таких як Google Draw або Sketchup.

Виготовлення моделі: на цьому етапі відбувається фактичне створення продукту в мініатюрі, яка й проходить перевірку в умовах, що максимально наближені до реальних.

Відгук від користувача: Остаточний дизайн моделі представляють для обговорення можливим користувачам для з'ясування їхньої думки. Учні запитують користувачів про

ступінь відповідності продукту умовам експлуатації, уточнюють, що працює і що ще потребує вдосконалення.

Остаточне виготовлення продукту: учні розробляють технологічну карту й виготовляють виріб реальних розмірів (за можливості).

Презентація продукту: окрім представлення виробу в класі, радимо презентувати його зображення широкій громадськості в соціальних мережах. Відгуки про виріб, що надійдуть з усіх куточків світу, є досить об'єктивними. Позитивні надихатимуть до творчості, негативні – змусять працювати краще.

Для демонстрації, як саме має діяти вчитель, організовуючи діяльність учнів з виконання STEAM-проектів, ми самі дотримувались запропонованого алгоритму. Спочатку разом зі студентами визначили проблему, над розв'язанням якої варто попрацювати на уроках трудового навчання. Після нетривалого обговорення й висунення кількох пропозицій було вирішено вибрати проект «Виготовлення годівниці для птахів». Другим кроком було з'ясування того, якими бувають годівнички, яке їх основне призначення, з яких матеріалів їх варто виготовляти тощо. Потім студенти поділились на групи по 3-4 чоловіка для визначення конкретного виду, підготовки ескізу та виготовлення годівниці реальних розмірів. Основними вимогами були функціональність, довговічність, економічність і оригінальність.

Для демонстрації студентам, як саме варто використовувати основи STEAM-освіти, разом із ними складаємо й аналізуємо схему:

S (Science) – науки (біологія, фізика, хімія). Необхідними є знання того, що: птахи не сядуть на занадто яскраву годівницю неприродних кольорів і на ту, що сильно розгойдується на вітрі, бо це їх відлякуватиме; паперові годівниці під дощем швидко розкиснуть і зруйнуються; оптимальний варіант – це годівниця з дерева.

T (Technology) – технології (технології виготовлення залежать від матеріалів; для ознайомлення з можливими видами годівниць можна скористатись інформаційно-комунікаційними технологіями).

E (Engineering) – інженерне проектування (інструменти, креслення, технологічні картки).

A (Art) – мистецтво (малювання ескізів, оцінювання естетичності виробу, дотримання пропорцій, вибір місця розміщення в саду).

M (Mathematics) – математика (вимірювання, визначення масштабу).

Виконання проекту студенти розпочали з оцінювання готових прикладів, що є в мережі Інтернет. У процесі обговорення кількох сотень прикладів студенти дійшли згоди в тому, що годівниці з природних матеріалів (гарбуза, апельсин,

яблуко) гарні, але недовговічні; з пластикових пляшок – довговічні, але неестетичні; з металу – довговічні, але складні у виготовленні; з дерев'яних планок – потребують тривалого часу на виготовлення; з картону – можна швидко виготовити, але й швидко розкиснуть на дощі і будуть тріпотіти на вітрі.

Найбільше критики одержали «фірмові» годівниці, що пропонуються в продажу. Деякі з них були гарними, наприклад, у вигляді білки з тарілочкою. Проте майбутні вчителі зауважили, що птахи будуть боятися зображення білки, а тому функціональність годівниці викликає сумніви.

Відтак, кожна підгрупа обирала для себе найоптимальніший, на їхню думку, варіант. Більшість підгруп студентів обрали традиційні варіанти виготовлення годівниць з дерев'яних планок, фанери (див. Рис. 44).



Рис. 44. Варіанти виготовлення годівниць з дерев'яних планок, фанери.

Проте найбільший інтерес і захоплення більшості студентів викликали годівниці, виготовлені з гілок дерева, старого посуду (тарілочок, чайників, чашок), сітчастих мішечків, плетених кошичків, автори яких і одержали найвищі оцінки.



Підсумком обговорення процесу та результатів виконання проектів стало визначення особливостей і переваг STEAM-освіти, зокрема таких:

STEAM-проекти розвивають навички критичного мислення та розв'язування проблем, що необхідні для подолання труднощів у дорослому житті;

STEAM-проекти сприяють активній комунікації, розвитку навичок працювати в команді й презентувати власний продукт;

STEAM-проекти вимагають умінь генерувати нові ідеї, творчо підходити до виконання завдань, знаходити оригінальні рішення, а тому вони розвивають здатність до інноваційної діяльності (див. Рис. 45.).

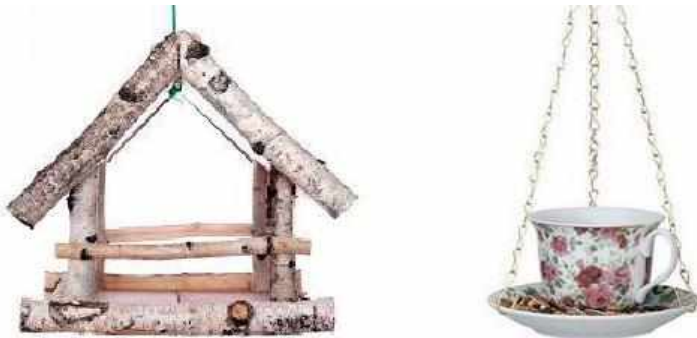


Рис. 45. Оригінальні ідеї виготовлення годівниць з дотриманням вимог функціональності, естетичності, довговічності та економічності.

STEAM-освіта – це підхід до навчання, який передбачає вивчення реальних проблем, дослідження, аналіз, генерування

оригінальних ідей, здійснення значної кількості експериментів, а іноді й створення моделей чи й самих предметів вручну. STEAM-проекти навчають учнів, як зробити якісний продукт, використовувати інструменти, думати про потреби іншого, вирішувати проблеми, долати невдачі та бути мотивованими до самоосвіти. Проекти також навчають учнів чути й враховувати ідеї інших людей, чітко формулювати запитання, ґрунтовно аналізувати теорію та мислити творчо.

На відміну від традиційних моделей навчання, педагоги, які використовують систему STEAM, інтегрують дисципліни, використовуючи динамічну синергію між процесом моделювання та змістом математики й інших наук, щоб згладити межі між методами моделювання, художнім і математичним мисленням. Завдяки такому цілісному підходу в учнів одночасно розвиваються обидві півкулі мозку.

Виконання STEAM-проектів майбутніми вчителями, на нашу думку, пришвидшить упровадження нового, але перспективного напрямку освіти в навчальних закладах України. Тому до напрямів подальших досліджень відносимо розроблення серії STEAM-проектів і методичних рекомендацій до їх виконання, які доцільно впроваджувати в професійній підготовці майбутніх учителів трудового навчання.

STEAM-освіта (S – science, T – technology, E – engineering, A – art, M – mathematics) – сучасний підхід до навчання, що

поєднує природничі науки, технології, інженерію, мистецтво та математику. Як же застосувати цей міждисциплінарний підхід у школі та втілити в конкретних проектах? Своїми ідеями поділилися вітчизняні розробники з компанії IT.Integrator – керівник напрямку роботи зі сферою освіти Ігор Старенький та автор методичного підходу Антон Дзюба.

Буде доречно, якщо процесом реалізації проектів керуватиме або вчитель інформатики, або вчитель трудового навчання. Однак треба пам'ятати, що в команді всі вчителі важливі. І без вчителя біології чи хімії вдалого проекту не буде.

Також треба зауважити, що для виконання STEAM-проектів та облаштування лабораторій у школах необхідне професійне обладнання, яке можуть надати IT-компанії. Це 4 дидактичних комплекти: 1) мікроконтролери, електронні компоненти та програмовані електронні модулі для моделювання, дослідів і робототехніки; 2) 3D-принтер для моделювання та графіки; 3) цифровий фрезерувальний верстат для моделювання, конструювання та фрезерування; 4) голографічний екран з відеокамерою, фоном та проектором для створення голографічних навчальних відео.

#### **«Розумна теплиця»**

**Для кого:** учні 5-9-х класів.

**Кількість дітей у групах:** 4.

**Які дисципліни поєднує:** інформатика, інженерія, математика, фізика, хімія, біологія, трудове навчання.

**Мета:** створення моделі стовідсотково автоматизованої теплиці.

**Термін виконання:** 1 рік.

Об'єднайте учнів у групи та запропонуйте кожній з них обрати, які рослини вони хочуть виростити у своїх теплицях.

На уроках біології діти дізнаються все про обрану рослину: якого режиму освітлення і поливу потребує, на яку висоту виростає, яку урожайність має.

Далі запропонуйте учням поміркувати, як забезпечити систему поливу для кожної конкретної рослини. Схема така: полив має надходити, коли земля суха. Але треба знати — конкретно для цієї рослини земля ще суха чи мокра?

Після уточнення, який саме рівень вологості має бути в ґрунті, діти встановлюють у теплиці датчик вологості. Він вимірює опір землі, який змінюється залежно від вологості. А значить, датчик обов'язково потребуватиме відкалібровки. Отож на уроці фізики датчик калібрують відповідно до потреб рослини.

На уроках хімії учні вивчають різні склади ґрунту та зміну опору залежно від зміни складу ґрунту. Датчик, у свою чергу, треба налаштувати так, щоб ерозія ґрунту не була критичною.

Після збору всіх вихідних даних учні опрацьовують їх на уроках інформатики: програмують роботу датчиків і друкують дрібні деталі для теплиці на 3D-принтері.

На інших уроках діти вивчають принцип дії датчиків вологості повітря та CO<sub>2</sub>, принцип дії штучного освітлення.

Для збору урожаю учні опановують принципи дії робота-маніпулятора, який за допомогою датчика кольору визначає, чи доспів урожай.

### **«Автоматична метеостанція»**

**Для кого:** учні 5-9-х класів.

**Кількість дітей у групах:** 3-4.

**Які дисципліни поєднує:** географія, інформатика, фізика, хімія, трудове навчання, математика.

**Мета:** створення метеостанції, яка зможе визначати вологість і температуру повітря, кількість вуглекислого газу, атмосферний тиск. До неї може підключатися датчик швидкості вітру. Підніматися в повітря метеостанція буде на повітряних кульках.

**Термін виконання:** 10 уроків з кожного задіяного предмета.

Роботу над проектом учні розпочинають на уроці трудового навчання, де разом з учителем обговорюють завдання та функціонал метеостанції. Об'єднайте учнів у групи по 3-4

учасники. Кожна з них має розробити власне інженерне бачення метеостанції.

Підбір необхідної електроніки, розробка і виготовлення корпусу, збирання всіх складових у єдиний пристрій і аналіз ергономічності відбуваються також на уроці трудового навчання.

На уроці математики учні здійснюють обчислення щодо форми і розмірів корпусу. А на уроках фізики і хімії проводять досліди для правильного калібрування всіх датчиків.

На заняттях з інформатики школярі займаються налаштуванням роботи метеостанції та програмного забезпечення для дистанційної передачі та збереження показників на учнівських девайсах.

Власне як метеостанція пристрій працює на уроках географії, які необхідно проводити на шкільному подвір'ї. А вже отримані показники про вологість і температуру повітря, кількість вуглекислого газу, атмосферний тиск у поєднанні з даними про висоту над землею аналізуються на уроці математики.

STEAM-проекти не лише навчають учнів критично мислити, розв'язувати проблеми креативно, вони готують учнів працювати в галузях, які постійно змінюються. А такі навички є важливими не лише для кожної людини, а й для країни в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аман І. С., Литвиненко О. В. Інтернет-сервіси в освітньому просторі: методичний посібник. Кіровоград: КЗ «Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського», 2016. 88 с.
2. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*: науковий журнал. 2017. № 2 (12). С. 12–17.
3. Гончарова Н.О. Використання ігрових технологій в STEM-освіті. *Нові технології навчання*: науково-методичний посібник. Київ; Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України. 2016. Випуск 88, частина 2. С. 22–27.
4. Гончарова Н.О. Досвід використання ігрових технологій при вивченні STEM-дисциплін. *Інноваційні технології навчання обдарованої молоді*: матеріали VII Міжнародної наук.практ. конф., (Київ, 7–8 грудня 2016 р). Київ: Інститут обдарованої дитини, 2016. С. 33–47.
5. Вольянська С.Є. STEM-освіта. Довідник сучасного педагога: навчальний посібник. Харків: Основа, 2016. С.124–127.
6. Лист № 869-16/02.2 МОІППО щодо впровадження STEM-освіти в загально освітніх навчальних закладах від 05.10.2015.  
URL: <http://osvita-krda.mk.ua> (дата звернення: 10.10.2017).

7. Мелентьев О. Б. Основи патентознавства та раціоналізації: навчальний посібник. Умань: АЛІМІ, 2016. 161 с.
8. Мелентьев О. Б. Основи винахідницької діяльності: навчальний посібник. Умань: АЛІМІ, 2023. 240 с.
9. Морзе Н. Презентація STEM-освіта  
URL: <http://www.stemschool.com/> Facebook Twitter Google+ (дата звернення: 11.08.2021).
10. Проект Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки/ Міністерство освіти і науки.  
URL: [http://oneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/nsro\\_1221.pdf](http://oneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/nsro_1221.pdf)  
(дата звернення: 22.01.2017).
11. Проект концепції STEM-освіти в Україні.  
URL: [http://osvita.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/proekt\\_koncerscii.pdf](http://osvita.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2021/09/proekt_koncerscii.pdf) (дата звернення: 20.10.2023).
12. Развитие STEAM-образования в мире и Казахстане.  
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-byod-yak-instrument-realizatsiyi-steam-osviti> (дата звернення: 10.10.2019).
13. Сучасна школа – інтелектуальна сила суспільства  
URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01009eyo-1350.docx.html>  
(дата звернення: 17.11.2022).
14. «STEMосвіта в позашкіллі»  
URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01009eyo-1350.docx.html>  
(дата звернення: 10.02.2022).



15. Шулікін Д. STEM-освіта: готувати до інновацій. *Освіта України*. 2015. № 26. С 32–43.

16. STEM-освіта ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». URL: <http://www.imzo.gov.ua/stem-osvit> (дата звернення: 25.12.2021).

17. STEAM: секрети інноваційної методики. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01009eyo1350.docx.html> (дата звернення: 25.12.2021).

18. Лихота С. О. Україна у цифрах і фактах. Територіальні відділення Малої академії наук. Київ: МАН, 2012. 230 с.

19. Фролов А. В. Роль STEM-образования в «новой экономике» США. *Вопросы новой экономики*. Киев, 2010. № 2. С. 12–18.

### Тест

Зверніть увагу, деякі запитання передбачають надання декількох правильних відповідей. Успішним вважається результат, в якому не менше 80% правильних відповідей. Результати тестування будуть оприлюднені на цій сторінці: <http://yakistosviti.com.ua/uk/testuvannia-sertifikat-konferentsiia>

1. Позначте **три** провідних підходи STEM-освіти для здійснення навчально-пізнавальної діяльності \*
  - особистісно-орієнтовний ;
  - діяльнісного;
  - компетентнісного ;
  - диференційованого.
2. STEM-навчання це:
  - системний процес, який сприяє формуванню інформаційної компетентності та практичним навичкам;
  - системний процес, який спрямований на формування практичних навичок і компетентностей ;
  - етап уроку, який спрямований на формування математичних і мовленнєвих компетентностей .
3. Як доцільніше впроваджувати STEM-підходи в освітньому процесі?
  - всі уроки розробляти та проводити на засадах STEM-підходів;
  - STEM-підходи впроваджувати доцільно та системно: включати елементи STEM на деяких уроках;
  - проводити STEM-уроки;
  - STEM-проекти.
4. Чи можна інтегрувати STEM-предмети з предметами філологічного циклу під час організації освітнього процесу? \*
  - да;
  - ні.

5. *На вашу думку, STEM-навчання це: (напишіть 3-5 речень)*

*Що дає можливість впровадити одну з моделей STEM-навчання, яке розвиває системне мислення, готує до математичних конкурсів, олімпіад та моніторингу PISA?*

- навчальний курс «Логіка» ;
- освітня робототехніка ;
- конкурс «Кенгуру» .

6. *З якого етапу бажано почати STEM-урок?*

- залучення учнів до вирішення реальних проблем та ситуацій;
- формулювання чітких критеріїв до завдань, які виконують учні;
- сприяння продуктивній командній роботі;
- застосування елементів інженерного проектування.

7. *Які заняття можна вважати інтегрованими (STEM-уроками)?*

- освітній процес ґрунтується на об'єднанні та передбачає взаємозв'язок елементів, розділів та освітніх напрямів на основі системного і всебічного розкриття процесів і явищ, спрямований на забезпечення цілісності сприйняття явища;
- складаються з окремих частин, не пов'язаних між собою, кожна частина має свої завдання з одного або різних розділів програми;
- навчання спрямовано на засвоєння уявлень про окремі об'єкти (предмети) навколишнього середовища, не вибудовуючи взаємозв'язків між ними.

8. *Чому проектну діяльність вважають провідним підходом STEM-освіти?*

*(напишіть п'ять ознак)*

- 1
- 2
- 3
- 4

– 5

9. *У своїй професійній діяльності ви найчастіше застосовуєте проєктну діяльність під час (позначте всі прийнятні відповіді)*

- навчання на уроці ;
- дистанційного навчання;
- навчання у позаурочній час;
- організації дослідницької діяльності.

10. *Чи можна вважати лепбук продуктом проєкту?*

- так ;
- ні.
- частково

11. *Технологічна картка до уроку – це ... ?*

– сучасна форма планування уроку із зазначенням взаємодії вчителя і учня на кожному етапі, яка призводить до потрібного результату;

– сучасна форма планування уроку, яка призводить до потрібного результату;

– етап виготовлення виробу, що призводить до потрібного результату.

12. *Як називається простір з книгами, доступом до мережі Інтернет, інструментами, матеріалами, технічним обладнанням тощо?*

- мейкерспейс;
- культурний майданчик;
- майстерня;
- Fab lab.

15. *Під час реалізації на уроках технології мобільного навчання доступ до необхідних інтернет-ресурсів, додатків зручно представляти у формі: (позначте всі прийнятні відповіді)*

- спільної папки на Google-диску;
- посилання, яке треба вводити у віконце пошуку;
- згенерованого QR-коду.

*16. Який з перелічених онлайн-сервісів дає можливість створювати маршрути, позначати місця на карті, визначати відстані між географічними об'єктами?*

*17. До переваг застосування технологій лепбуків можна віднести: (позначте всі прийнятні відповіді)*

– багатофункціональна розкладна папка, що містить кишеньки та кріплення для різноманітного дидактичного матеріалу;

– лепбук — це інтерактивна колекція виконаних навчальних завдань, пов'язаних з певним предметом;

– лепбук — це саморобна інтерактивна книга.

*18. Позначте підходи/методи для організації навчальної діяльності, що найбільш відповідають психолого-фізіологічним особливостям сучасних учнів (позначте всі прийнятні відповіді)\**

– діяльнісний підхід ;

– практико-орієнтований підхід;

– проектно-діяльнісний підхід;

*19. Чи сприяє STEM-технологія - доповнена реальність підвищенню мотивації щодо вивчення навчальних предметів?*

– так;

– ні;

– важко відповісти, не використовую .

Додаток Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

**Творчий проєкт**

**НАСТІННИЙ СВІЧНИК**

Умань – 2023

## Вступ

Займаючись в навчальних майстернях з ручної та механічної обробки деревини та на заняттях з українських народних ремесел та художньої обробки матеріалів, виникла думка про виготовлення свічника.

Хотілося б звернути увагу на той факт, що зараз на виставках можна зустріти чудові творчі роботи з деревини, зокрема свічники настільні, із елементами різьблення, точіння та іншими техніками оздоблення. Однак настінні свічники зустрічаються дуже рідко, виглядають вони досить ефектно, на займають місце на робочому столі. У літературних та інтернет-джерелах інформації про настінні свічники дуже мало.

Ті прототипи настінних свічників із деревини, що є у літературних та інтернет-джерелах дуже примітивні за конструкцією та убогі за оздобленням. Такі настінні свічники за конструкцією в основному базуються на деталях виконаних способом токарної обробки, та оздоблені трьохгранно-в'ямчастим різьбленням. З точки зору естетики та дизайну, такі свічники програють свічникам, що виконані у техніці ажурного випилювання та оздоблені об'ємним контурним художнім різьбленням.

Переглядаючи різноманітні зразки-аналоги свічників, мені сподобалась ідея виготовлення настінного свічника, що поєднує декілька елементів різних аналогів.

Основною ідеєю завдання був акцент на естетичний вигляд та спосіб оздоблення. Оскільки вибір був між геометричною та барельєфною різьбою я зупинився на варіанті барельєфного оздоблення, через те що геометрична різьба є більш вживаною і уже не настільки актуальна як барельєфна.

Оригінальність задуму, форми та конструкції такого варіанту настінного свічника була підтримана викладачем і я з ентузіазмом приступив до роботи над проектом. Для цього мною опрацьовано 12 джерел інформації, та у відповідності до методичних рекомендацій при роботі над проектами, був складений план роботи і поставлені перед собою такі завдання:

- зібрати інформацію про історію форм, матеріалів, конструкцій та технологій виготовлення і сфер використання настінного свічника;
- здійснити пошук аналогів і проаналізувати їх;
- виконати ескіз виробу;
- розробити технологічні карти;
- сконструювати та виготовити настінний свічник;
- провести економічне, міні-маркетингове та економічне дослідження;
- зробити порівняльний аналіз і висновок;
- скласти список використаних інформаційних джерел.



# I. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП

## 1.1 Коротка історична довідка про виріб і його аналоги

### 1.1.1 Короткі історичні відомості про контурне різьблення

Контурне різьблення – це різьба на поверхні матеріалу без рельєфу (ефекту випуклості).

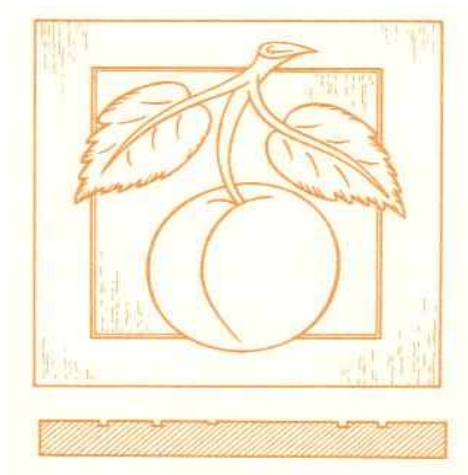


Рис. 1. Контурне різьблення

У композиціях контурної різьби використовують різноманітні лінії: прямі, ламані, звивисті. Вправи в контурної різьби слід виконувати спочатку на деревині липи, потім берези. Малюнок можна наносити на чисту, необроблену поверхню, так і на лаковану. Часто поверхню спочатку фарбують в темний колір, покривають лаком і полірують, а потім по ній вирізають малюнок. Малюнок, нанесений на

необроблену поверхню, не стерся під час різьби, лінії його з допомогою пензлика покривають тонким шаром прозорого лаку. Заготовку закріплюють на верстаку нерухомо і повертають на 180° лише в крайніх випадках. Різьблення виконують стоячи, використовуючи косячок (якщо кривизна ліній невелика) або напівкруглі стамески. У контурній різьбі лінії постійно вигинаються в різних напрямках і з різною кривизною. Під час різьблення таких ліній інструмент і руки різьбяра постійно змінюють свою положення. Щоб працювати впевнено і швидко, потрібно тримати ріжучий інструмент двома руками. Права рука тримає стамеску або косячок за держак, а пальці лівої руки притримують інструмент нижче черешка недалеко від леза. Це також охоронить ліву руку різьбяра від можливих поранень зривається стамескою. Різьба косячком. Заготівку закріплюють на верстаті паралельно його краю. Лінії, розташовані впоперек волокон (вертикальні), ріжуть носком косячка рухом до себе. Спочатку надрізають лінію з нахилом косячка вправо (так само, як ріжуть праву межу при різьбленні двограних виїмок поперек волокон). Потім підрізають лінію з нахилом косячка вліво. В цьому випадку не роблять попереднього вертикального розрізу по середньої лінії контуру. Рука повинна вже звикнути різати межі виїмок під певним кутом нахилу і на потрібну глибину. Глибина різі неоднакова: у краю розетки вона максимальна, у

центру сходить нанівець. Кінці променів підрізають носком косячка з невеликим нахилом. Лінії, розташовані вздовж волокон, ріжуть рухом до центру розетки з нахилом косячка до себе і від себе. В останню чергу прорізають контур кола. Спочатку ріжуть зовнішню межу (надрізають лінію), потім внутрішню. Кожну половину кола прорізають одним рухом у напрямку, зазначеному стрілками. На деяких ділянках доведеться різати не по шару деревини, проте не слід міняти напрям: різання має бути безперервним і плавним. Кінчик косячка як би малює криву лінію. Різьба напівкруглими стамесками.

Для різьблення застосовують такі інструменти як церазики, футчики, клюкарзи, плоскі стамески, косяки (Рис. 2.)

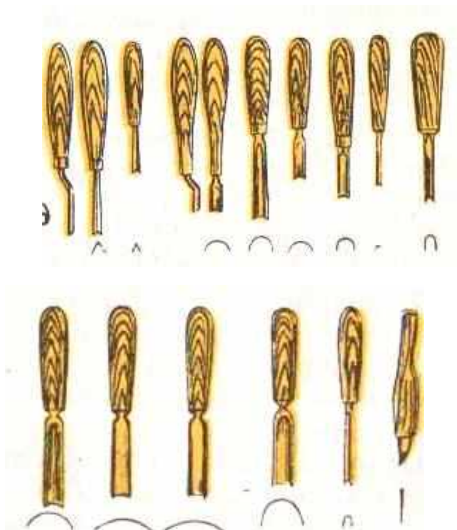


Рис. 2. Інструменти для різьблення

Різати косячком криві лінії потрібно плавно, не відриваючись, спочатку з зовнішньої, потім з внутрішньої сторони контуру. При збільшенні кривизни лінії п'ятку косячка піднімають над матеріалом. Хоча контурна різьба обмежується виконанням різноманітних ліній, вона може бути виразною, якщо правильно виявлені форми орнаменту шляхом зміни глибини і ширини прорізуваних ліній. Найбільш великі форми підкреслюють більше різкими лініями (глибокими і широкими). Слід розрізняти верхні і нижні лінії в орнаменті. Як правило, насамперед вирізують верхні лінії, щоб їх межі були безперервними, а потім нижні. Якщо лінія йде по фоні, її різуть глибше, якщо вона переходить на іншу форму орнаменту – слабкіше.

При виконанні контурної різьби зрізи повинні бути чистими, а краю фону неушкодженими. Природний колір деревини має контрастувати із забарвленим тлом. Іноді контурне різьблення розфарбовують фарбами, наприклад акварельними.

## **1.2 Аналіз зразків – аналогів**

Для того, щоб виготовити картину, яка би відповідала вимогам, наведеним вище, необхідно проаналізувати зразки аналогів виробів.

Опрацювавши літературу, щодо виробу, проаналізовано декілька варіантів настінних свічників в техніці «контурне різьблення», які показані на рисунках 3, 4, 5.



*ВАРІАНТ 1*



*ВАРІАНТ 2*



*ВАРІАНТ 3*

Рис. 3. Варіанти настінних свічників



*ВАРІАНТ 1 [вигляд з боку]*



*ВАРІАНТ 1 [вигляд з залу]*

Рис. 4. Прототип майбутнього свічника



*Свічкотримач із варіанту 2*



*Стійка із варіанту 3*



*Основа із варіанту 1*

Рис. 5. Елементи свічників різних варіантів

### Таблиця №1

#### Аналіз конструкції зразків аналогів

№ П/П	Вимоги до конструкції	Назви деталей		
		Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1.	Естетичний і оригінальний вигляд	високий	середній	високий
2.	Простота у виготовленні	складна	проста	складна
3.	Надійність виробу у використанні	надійний	надійний	надійний
4.	Складність оздоблення деталей	середня	низька	середня
5.	Різновид складових виробу	основа, стійка, свічкотримач, скоба	основа, стійка, свічкотримач, скоба	основа, стійка, свічкотримач, скоба с
6.	Габаритний розмір	350×150×20	300× 100×90	400×80×50
7.	Матеріал деталей	деревина	деревина	деревина
8.	Відповідність вимогам пропорційності форм і ліній (дизайну)	відповідає	відповідає	відповідає

Остаточно проаналізувавши відомі конструкції формуюмо оптимальний варіант конструкції власного настінного свічника.

**Таблиця №2**  
**Визначення майбутньої конструкції виробу**

№ п/п	Вимоги до конструкції	Назви деталей
1.	Естетичний і оригінальний вигляд	Зразки №1, №3
2.	Простота у виготовленні	Зразок №2
3.	Надійність виробу у використанні	Зразки №1, №2, №3
4.	Складність оздоблення деталей	Зразок №2
5.	Різновид складових набору	Зразок №1
6.	Габаритний розмір	Зразок №2
7.	Матеріал деталей	Зразок №1, №2, №3
8.	Відповідність вимогам пропорційності форм і ліній (дизайну)	Зразки №1, №2, №3

**Висновок:**

- не всі настінні свічники мають однакову естетичну якість і можуть бути окрасою в прикрашенні інтер'єру, тому із різних зразків ми відберемо естетичні властивості які найбільше поліпшують дизайн;

- для виготовлення настінного свічника за варіантом №1 була використана липа, це м'яка порода деревини яка легко обробляється, тому ми при виготовленні та оздобленні виробу будемо менше затрачати зусиль;
- Варіанту №2 має найоптимальнішу форму свічкотримача, тому ми будемо його застосовувати у майбутньому виробі;
- Стійка із варіанту № 3 в своїй будові має технологічну конструкцію, яку більш доцільніше використати для виготовлення нашого настінного свічника .
- У виготовленні настінного свічника за варіантом №1 була використана цікава форма основи та оздоблення контурним різьбленням на м'якій породі деревини-липі, яка легко обробляється, тому ми при виготовленні та оздобленні виробу будемо менше затрачати зусиль;
- Варіант №1 має найоптимальнішу форму свічкотримача для встановлення свічки, тому ми будемо його застосовувати у майбутньому виробі;
- Варіант №1 має найоптимальнішу форму скоби для закріплення виробу на гвіздку, тому ми будемо його застосовувати у майбутньому виробі;
- Варіанту №2 має гарну блискучу поверхню, яка обумовлена застосуванням лаку, тому ми будемо його застосовувати у майбутньому виробі;



- У варіанті № 3 настінного свічника була застосована світло-жовта морилка, яка надавала поверхні золотаву текстуру, яку більш доцільніше використати для виготовлення нашого виробу.

## **II. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП**

### **2.1 Вимоги до виробу**

Кухонний набір має задовольняти такі наступні вимоги:

- ергономічні : виріб має бути зручним у користуванні та транспортуванні;
- естетичні: зовнішній вигляд і конструкція виробу повинні задовольняти смаки будь – якого споживача;
- технологічні: об'єкт праці має бути не надто складним, доступним для виготовлення в університетських майстернях;
- екологічні: матеріали для його виготовлення, опорядження та оздоблення мають бути екологічно чистими;
- економічні: для виготовлення виробу слід використовувати не дуже дорогі матеріали; застосовувати устаткування та ручний електроінструмент університетських майстерень, який не вимагає великих енерговитрат; затрат робочого часу на його виготовлення і не повинні перевищувати 26 годин.

## 2.2 Ескіз виробу

За результатами проектування отриманими під час аналізу таблиць №1, №2, №3, складаємо ескіз складових настінного свічника

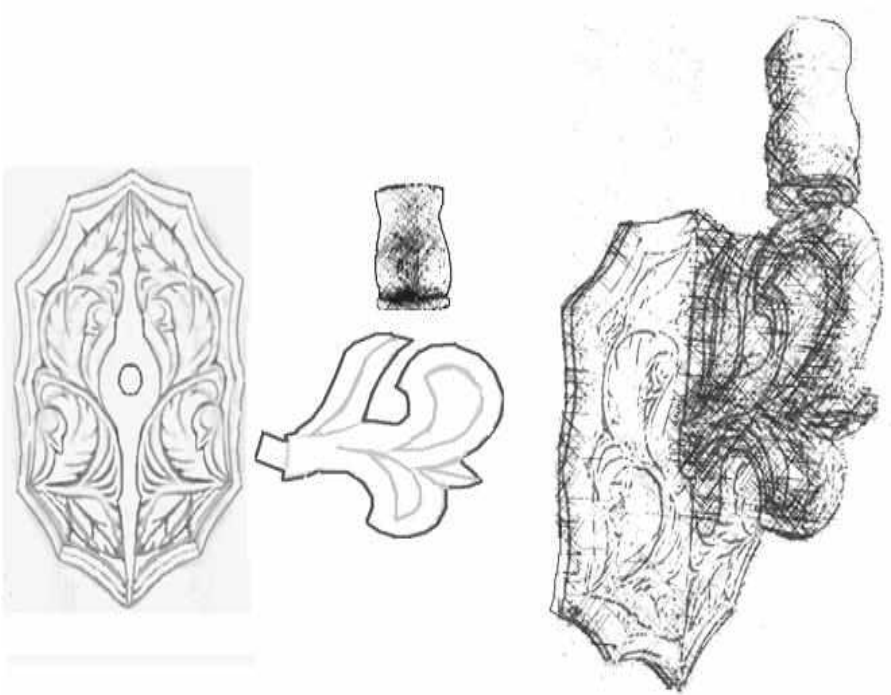
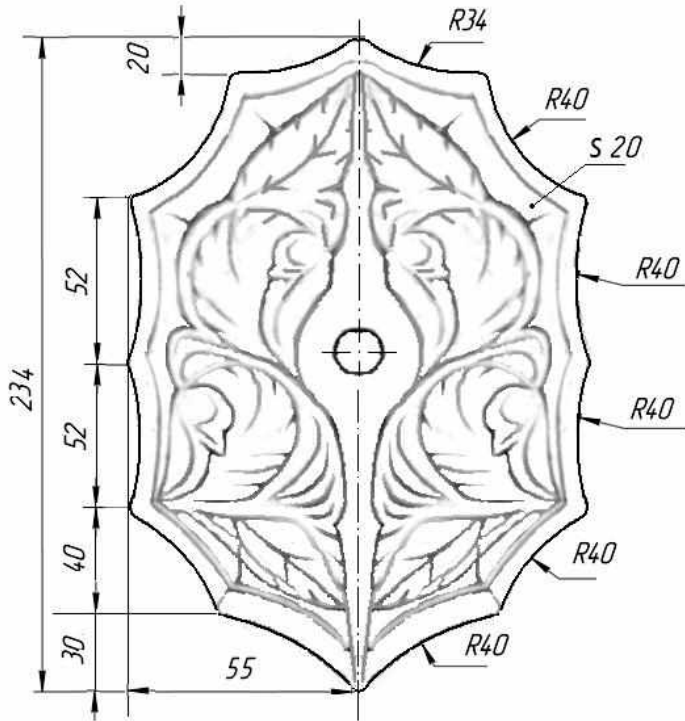


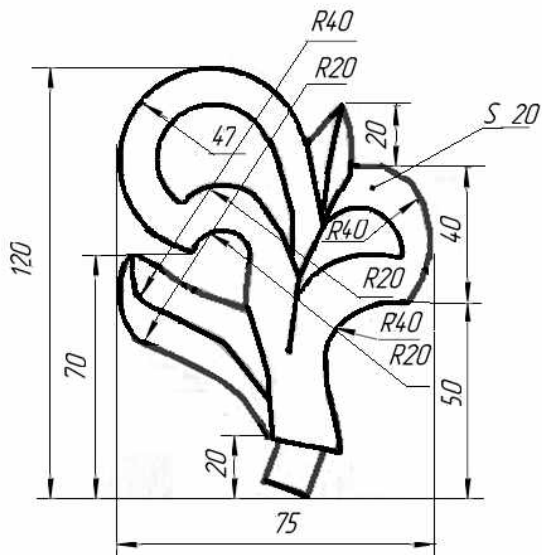
Рис. 6. Ескіз дизайну настінного свічника виконаний за допомогою графічного редактора Photofiltre

## 2.2.1 Ескіз «Основи»



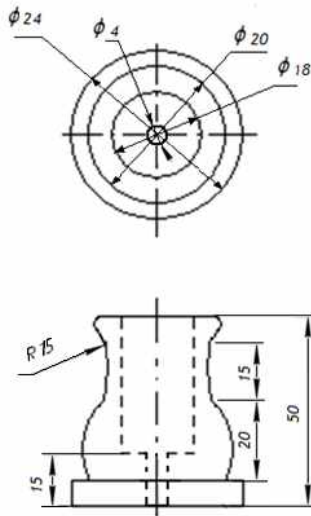
Эч	Арх	№ докум	Підпис	Дата				
					<b>Основа</b>	Лит	Маса	Масит
								14
						Арқаш	Арқашыб	
					<b>Деребина</b>			

## 2.2.2 Ескіз «Стійка»



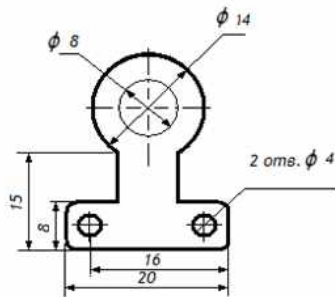
Эк	Арк	№ докум	Підпис	Дата	<b>Стійка</b>		Лист	Маса	Масшт
Розробив		Богдан П							14
Перевірив					<b>Деревина</b>		Аркми	Аркциф	
Технікр									
Начальн									
Заміверд									

### 2.2.3 Ескіз «Свічкотримач»



Зч	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Свічкотримач</b>			Лист	Маса	Можит	
Розробив	Богдан П.										14
Перевірив								Аркуди		Аркуди	
Т.контр											
Начальн.					<i>Деревина</i>						
Затверд.											




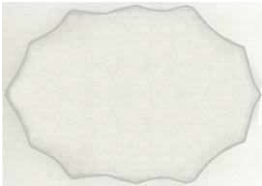

### 2.2.3 Ескіз «Скоба»



Эк	Арх	№ докум	Подпис	Дата	<b>Скоба</b>	Лист	Масса	Масштаб	
Разработ		Богдан П							1:4
Переверт									
Техник						Архив		Архив	
Исполн					<b>Алюминий</b>				
Затверд									

## 2.3. Технологічна карта на виготовлення виробу

### 2.3.1. Технологічна карта на виготовлення основи

№ п/п	Послідовність виконання робіт	Зображення (поопераційні ескізи)	Інструменти та обладнання
1	Підбір заготовки для виготовлення кухонної дошки		Рулетка, олівець, фугувально-пилний ФПШ-12
2	Фугування дошки		Фугувально-пилний ФПШ-12
3	Надання дощці однакової товщини		Рейсмусовий верстат СР - 8
4	Розмічання дощечок за шаблоном		Олівець, шаблон
5	Випилювання виробу		Електролобзик



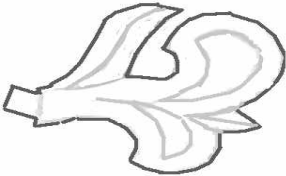
**Продовження технологічної карти на виготовлення основи**



6	Шліфування припуску на обробку		Верстат токарний деревообробний СТД-120 М
7	Перенесення орнаменту на заготовку		Калька, олівець
8	Виконання декоративного різьблення на поверхні виробу		Скісний ніж, півкруглий різець R20, півкруглий різець-вибирач R8, шліфувальний папір, морилка, пензлик, лак
	Висвердлювання отвору під стійку із свічкотримачем		Розмічальний інструмент, кернер, свердло Ø 20, свердильний верстат.



<b>Продовження технологічної карти на виготовлення основи</b>			
	Вирізання гнізда під скобу для гвіздка		Скісний ніж, півкруглий різець R20, півкруглий різець-вибирач R8,
	Закріплення скоби шурупами		Шліфувальний папір, морилка, пензлик, лак, шуруп, викрутка.

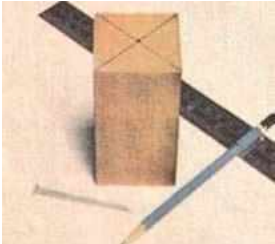

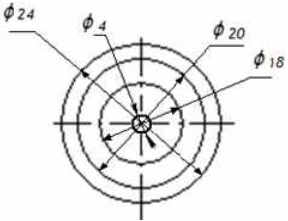
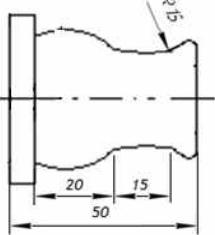
### 2.3.2. Технологічна карта на виготовлення стійки

№ п/п	Послідовність виконання робіт	Зображення (поопераційні ескізи)	Інструменти та обладнання
1	Підбір заготовки для виготовлення стійки		Рулетка, фугувально-пильний ФПШ-12
2	Фугування та торцювання дошки		Фугувально-пильний ФПШ-12
3	Надання дощці однакової товщини		Рейсмусовий верстат СР-8
4	Розмічання стійки		Лінійка, олівець, шаблон

5	Випилювання та вирізьблювання виробу		Електролобзик скісний ніж, півкруглий різець R6, кутовий царзик, вибирач
6	Шліфування, фарбування та лакування		Шліфувальний папір, морилка, пензлик, лак

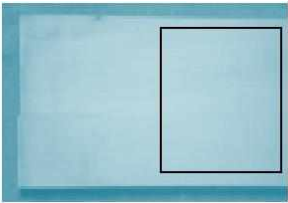
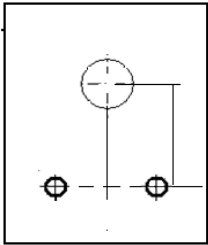
### 2.3.3. Технологічна карта на виготовлення свічкотримача

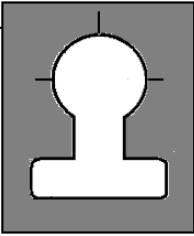
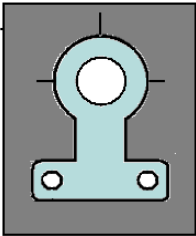
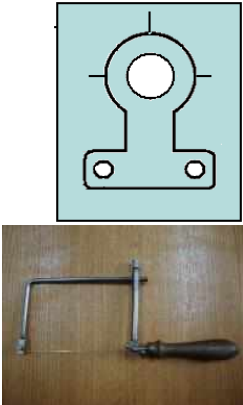
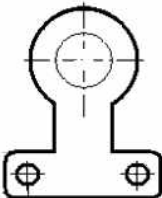
№ п/п	Послідовність виконання робіт	Зображення (поопераційні ескізи)	Інструменти та обладнання
3	Вибір матеріалу для виготовлення		Ножівка, лінійка.

	Розмітка та закріплення у центрах		Ножівка, лінійка, олівець, кернер.
	Обточування припуску у центрах		Мейсель, реєр, токарний по дереву СТД-120М.
4	Обточування у розмір за кресленням		Розмічальний інструмент, штангенциркуль, мейсель, реєр верстат токарний по дереву СТД-120М.
	Точіння в центрах у розмір за кресленням		Ріжучий інструмент, мейсель, реєр, штангенциркуль, токарний верстат по дереву СТД-120М.




Продовження технологічної карти на виготовлення свічкотримача			
	Свердління отвору.		Розмічальний інструмент, кернер, свердла Ø 4, Ø 20, свердлильний верстат.
	Шліфування, фарбування та лакування, встановлення шурупа		Шліфувальний папір, морилка, пензлик, лак, шуруп, викрутка.

### 2.3.4. Технологічна карта на виготовлення скоби

№ п/п	Послідовність виконання робіт	Зображення (поопераційні ескізи)	Інструменти та обладнання
1	Підбір заготовки для виготовлення скоби		Лінійка, кутник, чертилка, листовий алюміній S 1мм
2	Розмічання заготовки під овори та свердління		Лінійка, кутник, чертилка, кернер, молоток, свердлильний верстат НС-12, свердла Ø4, Ø12.

3	Виготовлення шаблону		Лінійка, кутник, олівець, кернер, манікюрні ножиці
4	Перенесення на заготовку із отворами контуру скоби за шаблоном		Лінійка, картон, олівець, шаблон
5	Випилювання та вирізьблювання виробу по контуру		Ювелірний лобзик, ручні ножиці
6	Шліфування виробу		Шліфувальний папір, надфіль

### 2.3.5. Технологічна карта на складання настінного свічника

№ п/п	Послідовність виконання робіт	Зображення (поопераційні ескізи)	Інструменти та обладнання
1	Складання та скручування стійки і свічкотримача		Шуруп, викрутка.
2	Нанесення клею на штифтове з'єднання стійки із свічкотримачем		Клей ПВА, пензлик
3	Склеювання стійки із свічкотримачем та основи.		Клей ПВА, пензлик

4	Навішування настінного свічника на стінний гвіздок		Шуруп, викрутка.
---	--	---	------------------

## 2.4. Вибір матеріалів

Для виготовлення складових настінного свічника вибрано деревину липи, яка добре обробляється і декорується.

Клеєві столярні з'єднання будуть виконуватися клеєм “Titanid”, який перевірений нами під час попередніх практичних робіт.

Прозоре декоративно – захисне покриття виробу буде воскуванням виробу.

## 2.5. Інструменти і обладнання

Для виконання технологічних операцій при виготовленні настінного свічника необхідно таке устаткування:



- Верстати: фугувально-пилний ФПШ-12, рейсмусний СР-8, токарний верстат СТД–120 М, токарно-гвинторізний ТВ-6;
- Ручний електрифікований інструмент: електролобзик, електрофрезер;
- Інструменти та обладнання: столярний кутник, слюсарна лінійка, калька, скісний ніж, різець футчик, різці напівкруглого поперечного перерізу, ложковибирач, киянка, стамеска, шліфувальний папір, пензель, лак, ПК.

Технологію виготовлення деталей настінного свічника показано в технологічних картах, поданих вище.

## **2.6 Економічні розрахунки**

### **2.6.1. Розрахунок собівартості і ціни настінного свічника набору**

Структура собівартості:

1. Витрати на матеріали;
2. Затрати на електроенергію;
3. Витрати на оплату праці;
4. Затрати на податок;
5. Витрати на амортизаційні відрахування;

## 2.6.2. Розрахунок витрат на матеріали

Таблиця 5

Свічник буде виготовлений із поліна зрізаного в лісі, тому у вартість витрат на матеріали не входить.

Назва матеріалів	Ціна одиниці вимірювання (грн.)	Витрати матеріалів	Вартість витрат (грн.)
Липа	2700 грн./м <sup>3</sup>	0,00422 м <sup>3</sup>	11,4 грн.
Шліфпапір	9 грн./м	0,5 м	4,5 грн.
Лак	70 грн./л	50 мл	3,5 грн.
Клей “ПВА”	32 грн./л	10 мл	0,32 грн.
<b>Всього</b>			19,72 грн.

## 2.6.3. Затрати на електроенергію

Двигун електролобзчика має потужність  $P_e=0,7$  кВт, якщо він працюватиме 0,25 години, то витратить електроенергії  $E_e=0,17$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 0,17=0,06$  грн.

Двигун електрофрезера має потужність  $P_e=0,85$  кВт, якщо він працюватиме 0,3 години, то витратить електроенергії  $E_e=0,25$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію

становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 0,25=0,09$  грн.

Двигун фугувально-пилного верстата має потужність  $P_e=1$  кВт, якщо він працюватиме 0,05 години, то витратить електроенергії  $E_e=0,05$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 0,05=0,02$  грн.

Двигун рейсмусового верстата має потужність  $P_e=1,5$  кВт, якщо він працюватиме 0,02 години, то витратить електроенергії  $E_e=0,03$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 0,03=0,01$  грн.

Двигун токарно-гвинторізного верстата має потужність  $P_e=1,1$  кВт, якщо він працюватиме 1 годину, то витратить електроенергії  $E_e=1,1$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 1,1=0,4$  грн.

Двигун токарного верстата має потужність  $P_e=0,4$  кВт, якщо він працюватиме 0,1 години, то витратить електроенергії  $E_e=0,04$  кВт/год. Враховуючи, що тариф на електроенергію становить 0,36 грн/кВт. Ціна спожитої електроенергії складає  $C_e=0,36 \times 0,4=0,02$  грн.

Роботи виконувалися в світлу пору доби, тому затрати на освітлення не враховуємо.

Загальна сума на електроенергію становить – 0,6 грн.

#### **2.6.4. Затрати на оплату праці**

Оскільки робота триває 26 годин, то оплата праці складатиме  $P_0=104$  грн. (оплата працівника 3 розряду складає 4 грн. за годину)

#### **2.6.5. Затрати на податок**

Податок на заробітну плату становить 15%, оскільки зарплата – 104 грн., то податок становить 15,6 грн.

#### **2.6.6. Витрати на амортизаційні витрати**

Таблиця 6

Інструменти і обладнання	Вартість (грн.)	Час зношення обладнання (діб)	Амортизаційні відрахування
Фугувально – пильний ФПШ-12	12600	9500	0,01
Токарно–гвинторізний ТВ-6	15000	9000	0,03
Рейсмусовий РС-8	20000	9150	0,01
Токарний STD-120 М	5000	9300	0,01
Електролобзик	1000	250	0,02
Електрофрезер	1500	300	0,03
Футчик	90	250	0,01
Скісний ніж (косяк)	85	250	0,01
Півкруглий різець R20	90	250	0,02
Півкруглий різець R8	80	300	0,02
Вибирач	40	100	0,01
<b>Разом</b>			<b>0,18грн</b>

Величина амортизаційних відрахувань на 1 робочу зміну (6 год) розраховується за формулою:

$$A_{об} = \frac{0,1 \cdot B}{N}$$

Де  $A_{об}$  - Величина амортизаційних відрахувань на 1 робочу зміну

0,1 – коефіцієнт що враховує 10% від собівартості обладнання

$B$  – вартість обладнання

$N$  - час зношення обладнання в днях

#### *Задача №1*

Розрахувати амортизаційні відрахування на фугувально-пильний верстат ФПШ-12 під час роботи. Час роботи 0,05 год. Вартість верстата 12600 грн. Час зношення обладнання 9500 днів.

$$t = 0,05 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 12600}{9500} = 0,13 \text{ грн}$$

$$B = 12600 \text{ грн} \quad 0,13 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 9500 \text{ днів} \quad x - 0,05 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,13 \cdot 0,05}{6} = 0,01 \text{ грн}$$

#### *Задача №2*

Розрахувати амортизаційні відрахування на токарно-гвинторізний верстат ТВ - 6 під час роботи. Час роботи 1 год.

Вартість верстата 15000 грн. Час зношення обладнання 9000 днів.

$$t = 1 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 15000}{9000} = 0,17 \text{ грн}$$

$$B = 15000 \text{ грн} \quad 0,17 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 9000 \text{ днів} \quad x \quad - 1 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,17 \cdot 1}{6} = 0,03 \text{ грн}$$

### *Задача №3*

Розрахувати амортизаційні відрахування на токарний верстат СТД – 120М під час роботи. Час роботи 0,1 год. Вартість верстата 5000 грн. Час зношення обладнання 9300 днів.

$$t = 0,1 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 5000}{9300} = 0,05 \text{ грн}$$

$$B = 5000 \text{ грн} \quad 0,05 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 9300 \text{ днів} \quad x \quad - 0,1 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,05 \cdot 0,1}{6} = 0,01 \text{ грн}$$

### *Задача №4*

Розрахувати амортизаційні відрахування на рейсмусовий верстат СР-6 під час роботи. Час роботи 0,05 год. Вартість верстата 2000 грн. Час зношення обладнання 9150 днів.

$$t = 0,05 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 20000}{9150} = 0,21 \text{ грн}$$

$$B = 20000 \text{ грн} \quad 0,21 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 9150 \text{ днів} \quad x \quad - 0,05 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,21 \cdot 0,05}{6} = 0,01 \text{ грн}$$

### *Задача №5*

Розрахувати амортизаційні відрахування на електролобзик під час роботи. Час роботи 0,25 год. Вартість обладнання 1000 грн. Час зношення обладнання 250 днів.

$$t = 0,25 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 1000}{250} = 0,4 \text{ грн}$$

$$B = 1000 \text{ грн} \quad 0,4 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 250 \text{ днів} \quad x \quad - 0,25 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,4 \cdot 0,25}{6} = 0,02 \text{ грн}$$

### *Задача №6*

Розрахувати амортизаційні відрахування на електрофрезера під час роботи. Час роботи 0,3 год. Вартість обладнання 1500 грн. Час зношення обладнання 300 днів.

$$t = 0,3 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 1500}{300} = 0,5 \text{ грн}$$

$$B = 1500 \text{ грн} \quad 0,5 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 300 \text{ днів} \quad x \quad - 0,3 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,5 \cdot 0,3}{6} = 0,03 \text{ грн}$$

*Задача №7*

Розрахувати амортизаційні відрахування на скісний ніж (косяк) під час роботи. Час роботи 2 год. Вартість різця 85 грн. Час зношення обладнання 250 днів.

$$t = 2 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 85}{250} = 0,034 \text{ грн}$$

$$B = 85 \text{ грн} \quad 0,034 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 250 \text{ днів} \quad x - 2 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,034 \cdot 2}{6} = 0,01 \text{ грн}$$

*Задача №8*

Розрахувати амортизаційні відрахування на футчик під час роботи. Час роботи 1 год. Вартість різця 90 грн. Час зношення обладнання 250 днів.

$$t = 1 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 90}{250} = 0,036 \text{ грн}$$

$$B = 90 \text{ грн} \quad 0,036 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 250 \text{ днів} \quad x - 1 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,036 \cdot 1}{6} = 0,01 \text{ грн}$$

*Задача №9*



Розрахувати амортизаційні відрахування на півкруглу стамеску (R 31231) під час роботи. Час роботи 4 год. Вартість різця 90 грн. Час зношення обладнання 250 днів.

$$t = 4 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 90}{250} = 0,036 \text{ грн}$$

$$B = 90 \text{ грн} \quad 0,036 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 250 \text{ днів} \quad x \quad - 4 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,036 \cdot 4}{6} = 0,02 \text{ грн}$$

#### *Задача № 10*

Розрахувати амортизаційні відрахування на півкруглу стамеску (R 31231) під час роботи. Час роботи 4 год. Вартість різця 80 грн. Час зношення обладнання 300 днів.

$$t = 4 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 80}{300} = 0,026 \text{ грн}$$

$$B = 80 \text{ грн} \quad 0,026 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 300 \text{ днів} \quad x \quad - 4 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,026 \cdot 4}{6} = 0,02 \text{ грн}$$

#### *Задача № 11*

Розрахувати амортизаційні відрахування на вибирач під час роботи. Час роботи 1 год. Вартість різця 40 грн. Час зношення обладнання 100 днів.

$$t = 1 \text{ год} \quad A_{об} = \frac{0,1 \cdot 40}{100} = 0,04 \text{ грн}$$

$$B = 40 \text{ грн} \quad 0,04 \text{ грн} - 6 \text{ год}$$

$$N = 100 \text{ днів} \quad x - 1 \text{ год}$$

$$A_{об} - ? \quad x = \frac{0,04 \cdot 1}{6} = 0,01 \text{ грн.}$$

### **2.6.7. Обчислення собівартості виробу**

Підрахувавши собівартість виготовлення виробу за пунктами 2.7.1 – 2.7.5 – загальна собівартість виробу становить – 140,1 грн.

### **2.6.8. Обчислення величини прибутку**

Внаслідок реалізації виробу, який складає 10 – 25 % від собівартості: (20%), або це становить – 28,02 грн.

### **2.6.9. Обчислення договірної ціни**

Визначивши договірну ціну реалізації виробу як суму за пунктами 2.7.6 – 2.7.7 договірна ціна настінного свічника становить – 168,12 грн.

## **2.7. Екологічне обґрунтування**

Під час технологічного процесу виготовлення настінного свічника набору, працюємо тільки з екологічно чистим матеріалом. Тому процес виготовлення буде екологічно

безпечним, а навколишнє середовище не зазнає жодних шкідливих впливів. Використання деревини та воску для оздоблення зводить до нуля всі спроби не порушувати екологічну обстановку

## **2.8. Міні – маркетингові дослідження**

Маркетингова програма:

- Аналіз можливостей просування проектного виробу на цільовий ринок;
- Вивчення запитів потенційного покупця та потенційного попиту;
- Стимулювання попиту

### **2.8.1 Аналіз можливостей просування проектного виробу на цільовий ринок**

В першому етапі проектування зроблено аналіз асортименту аналогічної продукції. Мої візити до магазинів, бутіків, промислових ринків і інтернет-магазинів, для міні-маркетингового дослідження виявили, що ціна на аналогічні вироби коливається досить суттєво – від 80–100 грн. за простий настінний свічник з невибагливим декором, до кількох тисяч гривень за ексклюзивні екземпляри для виготовлення яких використовувалися коштовності, дорогоцінні матеріали деревини.

Ціна настінного свічника, які за конструкцією, будовою та використаними на їх виготовлення матеріалами і були схожими на мій виріб, становить 230–260 грн.

Отже, ціна на наш виріб (168,12 грн.) є доступною для споживача, вигідною для виробника та конкурентоспроможною.

### **2.8.2 Вивчення потенційного покупця та потенційного попиту**

З огляду на вивчення ринку та потенційного попиту можна з впевненістю стверджувати, що ринкова ніша не достатньо заповнена аналогічними товарами. І цю прогалину легко можна заповнити шляхом стимулювання споживчого попиту.

Серед потенційних покупців є дві групи людей: перша – ті, що могли б придбати цей виріб для вжитку, друга – ті що придбали кухонний набір у подарунок.

### **2.8.3 Стимулювання попиту**

Стимулювати попит покупця можна через прищеплення йому навичок культури. Для реклами можна використати гасла: «Наші вироби здивують Вас та Ваших друзів», «Подарунок собі зробіть – і набір нас купіть!». Вдалим слоганом для цього може стати вислів: «Зручно! Декоративно! Красиво!».

## **III. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБУ**

### **3.1 Самоконтроль діяльності в процесі виконання технічних операцій**

На технологічному етапі я виготовив виріб, користуючись кресленнями та технологічними картами, виконаними під час конструкторського етапу.

Зупинюся на особливостях технології виготовлення мого виробу. Так, наприклад, підставку для складових набору я склеював між собою шиповим з'єднанням, шліфування припуску на обробку для кухонних дощечок виконував на токарному верстаті СТД–120 М та токарно-гвинторізному ТВ-6 використовувавши планшайбу на якій був прикріплений шліфувальний папір.

### **3.2 Техніка безпеки**

Сучасне деревообробне устаткування оснащено швидкодіючими різальними інструментами і механізмами подачі, тому при роботі на ньому треба суворо дотримуватись правил техніки безпеки, бо порушення їх може призвести до нещасних випадків.

При роботі на деревообробних верстатах треба знати такі загальні правила безпеки:

- не можна розпочинати роботу на верстаті, не вивчивши його будови, експлуатації та основних правил техніки безпеки;
- працювати можна тільки на цілком справному верстаті;
- різальний інструмент і всі рухомі частини мають бути надійно закріплені і захищені;
- захисні пристрої мають бути простими, легко зніматись і відкриватись, не ускладнювати спостереження за процесом роботи;
- перед початком кожної зміни пристрої треба оглядати і перевіряти;
- не можна працювати на верстаті із знятими або несправними захисними пристроями;
- при зміні розмірів оброблюваного матеріалу захисні пристрої мають регулюватися швидко і легко без застосування спеціального інструменту;
- механічна подача має бути заблокована з пусковим пристроєм різальних інструментів, щоб унеможливити її вмикання до пуску різальних інструментів;
- частини деревообробних верстатів, які швидко повертаються у вихідне положення, мають забезпечуватись надійними гальмівними пристроями;
- забороняється гальмувати різальні інструменти та інші рухомі частини сторонніми предметами;

- важелі, педалі і рукоятки для зупинки верстата мають діяти безвідмовно і бути на найкоротшій відстані від робітника;
- при роботі на верстаті треба бути уважним, не розмовляти з сторонніми;
- не можна видаляти відходи, чистити і змашувати верстат під час роботи (для цього його треба зупинити і відключити від електромережі);
- не можна класти ключі, лінійки та інші інструменти на будь-які органи верстата;
- всі електрифіковані верстати мають бути надійно заземлені;

Під час оздобленні виробу різьбленням треба знати такі загальні правила безпеки:

- Інструмент передавати різальною кромкою до себе а ручкою до товариша;
- Не носити різальний інструмент в халаті та кишенях одягу;
- Переносити різці в спеціальних чохлах;
- Інструмент повинен бути добре заточеним;
- Під час виконання операції різання повинна буде правильна хватка інструмента;
- Виконувати процес різання в сторону від себе та на шляху не повинно бути руки;

- Міцно закріплювати заготовку.

### 3.3 Оцінка якості спроектованого виробу та відомих зразків-аналогів

Коефіцієнт якості питомого вибору розраховую за формулою:  $K_n = K_{ид} - 1/V$ , де

$V$  – кількість врахованих позитивних вимог;

$K_{ид}$  – ідеальний коефіцієнт виробу = 1.

Коефіцієнт максимально можливий  $K_{макс}$  розраховую за формулою:

$K_{макс} = K_{ид} - 1/C$ , де  $C$  – загальна кількість вимог

Таблиця 7

Вид виробу	Коефіцієнт якості
Зразок №1	0,8
Зразок №2	0,75
Зразок №3	0,8
Спроектований виріб	0,83
Максимально можливий коефіцієнт якості	0,875

Отже, наш спроектований виріб максимально наближений до виробу з найвищою якістю.





#### **IV. ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБУ**

Аналізуючи проведену роботу ми встановили, що досягнули нашої мети. Під час роботи над проектом і виготовлення виробу у нас не виникало ніяких труднощів.

Час на виконання технологічних операцій не перевищив 26 годин. Для скорочення витрат часу на виготовлення аналогічного виробу вбачаємо деякі шляхи оптимізації технологічного процесу: використання новітніх технологій, техніки, матеріалів, що дасть змогу скоротити трудомісткість виробничого процесу.

Розроблений проект дозволив створити оригінальний і неповторний настінний свічник для прикраси інтер'єру.

У процесі маркетингового дослідження було з'ясовано, що проект має перспективу на українському ринку.

Виготовивши виріб, під час його презентації, ми виявили, що він відповідає функціональним, ергономічним, естетичним та технологічним вимогам. Настінний свічник своїм виглядом прикрасить і кімнату, і затишний кабінет.

## **ВИСНОВКИ**

У процесі роботи я ознайомився з моделями - аналогами настінного свічника різноманітних конструкцій, форм і напрямів застосування. Проаналізувавши варіанти їх виконання, я розробив ексклюзивну конструкцію настінного свічника і технологію його виготовлення.

Крім того, для себе, я вияснив що настінний свічник виготовляють не тільки із суцільної дошки та пластмаси, але і з фанери, скла, бамбуку та з брусочків які склеюють між собою (склепок).

Основним матеріалом для виготовлення об'єкту праці настінного свічника вибрав деревину липи вона легко піддається обробці, найбільш розповсюджений матеріал в нашій місцевості та найбільше підходить для використання в

університетських майстернях. Я визначив собівартість виробу – вона становить - 168,12 грн. Під час дослідження наповненості ринку аналогічними товарами встановив, що якісними і практичними, естетично довершеними тематичними настінними свічниками ринок наповнений недостатньо.

Розроблені ескізи, креслення, технологічні карти можна використовувати для проектування виробів-аналогів. Ця навчально-технічна документація може бути використана на уроках трудового навчання в шкільних майстернях, заняттях з столярної справи, українських народних ремесел та методики трудового навчання в педагогічних вищих навчальних закладах, або на заняттях гуртків з художньої обробки деревини в позашкільних навчальних закладах.

В результаті виконаної роботи було виготовлено естетично привабливий виріб, який відповідає вимогам дизайну та ергономіки і придатний для використання як в побуті так і з навчально-виховною метою.

# **STEM-ОСВІТА В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Навчальний посібник

Уманський державний педагогічний університет  
імені Павла Тичини

вул. Садова 2, м. Умань, Черкаська обл., 20300

Видавництво «АЛМІ»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру ДК - №74 від 01.06.2000 р.  
20300, м. Умань, вул. Садова, 4 тел/факс (04744) 4-04-53,  
e-mail: almi@bigmir.net