МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

О. С. Пшенична, А. П. Гаращенко

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПІДХОДІВ У НАВЧАННІ

**Методичні рекомендації до лабораторних занять
для здобувачів ступеня вищої освіти магістра
спеціальності «Середня освіта»
освітньо-професійної програми «Середня освіта (Математика)»**

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № ___
від ___ червня 2025 р.

Запоріжжя
2025

УДК 007:5. 373.5:004.932. 37.015.4. 370.116.3:5
П932

Пшенична О. С., Гаращенко А. П. Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні : методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Математика)». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2025. 83 с.

Методичні рекомендації спрямовані на засвоєння студентами теоретичних знань з дисципліни «Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні» та набуття ними практичних умінь і навичок роботи з програмним забезпеченням, яке дає змогу вчителю ефективно впроваджувати STEM-уроки.

Навчально-методичне видання складається зі вступу, основної частини, списку рекомендованої для ознайомлення основної та додаткової літератури. В основній частині представлені 6 змістових модулів. У кожному модулі наведено теоретичні відомості, завдання лабораторних робіт та методичні рекомендації. Для підготовки до захисту лабораторної роботи студентам пропонуються контрольні запитання і додаткові завдання. Видання призначено для здобувачів ступеня вищої освіти магістра освіти магістра освітньо-професійної програми «Середня освіта «Математика» спеціальності «Середня освіта», а також може бути корисне студентам різних спеціальностей для оволодіння основними уміннями із застосування STEM-технологій в освітньому процесі

Рецензент *А. М. Андрєєв*, доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри загальної та прикладної фізики.

Відповідальний за випуск *Г.М. Шило*, доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри комп’ютерних наук.

ЗМІСТ

Вступ 4
Змістовий модуль 1. Історія розвитку STEM-освіти 7
📖 Теоретичні відомості 7
Лабораторна робота №1. Зарубіжний досвід впровадження STEM. STEM-освіта в Україні 11
Лабораторна робота №2. Логотип STEM 13
Змістовий модуль 2. Впровадження STEM-технологій в освітній процес 18
📖 Теоретичні відомості 18
Лабораторна робота №3. Функція технології STEM при диференційованому викладанні 21
Лабораторна робота №4. STEM-урок, урок з елементами STEM 23
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНЖЕНЕРІЯ ТА ДИЗАЙН У STEM 36
📖 Теоретичні відомості 36
Лабораторна робота №5. Інженерія та технології в STEM. Інженерні проєкти. Робототехніка 41
Лабораторна робота №6. Реалізація STEM-уроку за допомогою лепбуку 46
Змістовий модуль 4. Реалізація STEM за допомогою гейміфікації 53
📖 Теоретичні відомості 53
Лабораторна робота №7. Гейміфікація. Освітні цифрові ігри. 3D моделювання. 54
Змістовий модуль 5. STEM-лабораторія майбутнього 60
📖 Теоретичні відомості 60
Лабораторна робота №8. Використання Web 2.0 при організації STEM уроків 61
Лабораторна робота №9. Використання програмного забезпечення 68
Змістовий модуль 6. Сучасні методи оцінювання в STEM-освіті 72
📖 Теоретичні відомості 72
Лабораторна робота №10. Формувальне оцінювання 73
Використана література 78
Рекомендована література 82

ВСТУП

STEM-освіта, що поєднує науку, технології, інженерію та математику, стає все більш актуальною в умовах глобальної конкуренції, що постійно зростає, та технологічного прогресу. Для підготовки фахівців, здатних працювати в умовах змін в освіті, необхідно переосмислити традиційні підходи до навчання. STEM-освіта дозволяє розвивати в молоді критичне мислення, креативність та навички розв'язання проблем, що є ключовими для успіху у будь-якій сфері діяльності.

Сучасні технології, такі як інтерактивні симуляції, віртуальні лабораторії та мобільні додатки, перетворюють STEM-освіту на захопливу подорож у світ науки й технологій. Індивідуальний підхід, який забезпечується вчителем, допомагає кожному учневі розкрити свій потенціал. Засвоєнню умінь застосування цих технологій у роботі вчителя присвячена дисципліна «Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні», яка входить до циклу загальної підготовки магістрів, спеціальності «Середня освіта» і вивчається в IV семестрі.

Метою вивчення дисципліни «Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні» є набуття студентами знань, умінь і навичок, необхідних для ефективного впровадження та використання принципів STEM навчання в освітньому процесі Нової української школи.

Вивчаючи дисципліну «Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні», студенти:

- опанують теоретичні основи STEM-освіти;
- вдосконалять уміння проводити наукові дослідження для STEM-навчання;
- розроблять різноманітні дидактичні матеріали для STEM-уроків;
- оволодіють навичками використання ІКТ при створенні STEM-проєктів;
- навчиться планувати та проводити STEM-уроки різного типу;
- ознайомляться з особливостями організації STEM-лабораторій.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі освіти мають досягти таких компетентностей та програмних результатів навчання:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність до міжособистісної та партнерської взаємодії, роботи в команді, спілкування з представниками різних груп (професійних і соціальних);
- здатність до спілкування державною та іноземною мовами як усно так і письмово;
- здатність генерувати нові ідеї, виявляти та розв’язувати проблеми;
- здатність до безперервного професійного розвитку та самовдосконалення;
- володіння спеціальною професійною термінологією та уміння її використовувати та передавати;

- здатність до планування та організації освітнього процесу, прийняття ефективних рішень під час реалізації професійної діяльності;
- володіння методикою викладання математики, проведення виховної роботи, використання інноваційних та інформаційно-комунікаційних технологій навчання;
- здатність до формування в здобувачів освіти мотивації до вивчення математики та організації їх пізнавальної діяльності;
- здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей, у тому числі й шляхом реалізації інтегрованого навчання;
- здатність до організації освітнього процесу з математики у закладах загальної середньої освіти з використанням сучасних технологій навчання;
- Здатність до самостійного опанування знаннями із сучасних тенденцій математики і педагогіки та впровадження їх в практику професійної діяльності в закладах загальної середньої та передвищої фахової освіти.
- Здатність створювати цифрові й мультимедійні засоби навчання та застосовувати їх на заняттях з математики. Здатність розробляти та використовувати вербальні та невербальні засоби передачі навчальної інформації.
- Здатність до реалізації дистанційного навчання математиці.
- Здатність до організації та проведення самостійної та дослідницької роботи учнів з математики.
- Здатність формувати в учнів критичне мислення, переконання в необхідності обґрунтування гіпотез, розуміння математичного доведення та математичного моделювання.
- Здатність працювати із навчально-методичною та науково-предметною літературою.

Структура та вміст методичних рекомендацій відповідають змісту робочої програми дисципліни «Методичні аспекти реалізації STEM – підходів у навчанні» та охоплює шість змістових модулів:

- Історія розвитку STEM-освіти;
- Впровадження STEM-технологій в освітній процес;
- Інженерія та дизайн у STEM;
- Реалізація STEM за допомогою гейміфікації;
- STEM-лабораторія майбутнього;
- Сучасні методи оцінювання у STEM-освіті.

Методичні рекомендації містять 10 лабораторних робіт, під час виконання яких здобувачі освіти зможуть вдосконалити свої навички й уміння застосування сервісів Padlet, Tinkercad, Phet, Canva, Mozaik Education, Microsoft 365, GeoGebra, Desmos, Google Docs тощо.

Теоретичні відомості (📖) будуть корисними для підготовки до виконання лабораторної роботи. До кожної роботи представлені докладні

методичні рекомендації (), в яких команди та імена вікон наведені напівжирним накресленням і відповідають налаштуванням відповідних додатків та сервісів. Після виконання роботи студентам рекомендується відповісти на контрольні запитання () та виконати дослідницькі завдання ().

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ

📖 Теоретичні відомості

Поняття STEM-освіти, що передбачає об’єднання науки, технології, інженерії та математики в єдиний освітній процес, стало предметом дослідження багатьох українських і зарубіжних науковців. Серед них можна назвати Н. Гончарову, Ю. Завалевського, О. Лозову, В. Мізюка, Г. Новак, Г. Онопченко, О. Онопченко І. Сліпухіну, О. Стрижака, І. Чернецького, Н. Поліхун, К. Постову та інші. Дослідники аналізують генезис STEM-освіти, розробляють методики її впровадження, зокрема в освіті обдарованих учнів, та вивчають взаємодію формальної і неформальної освіти у цьому контексті.

В. Мізюк у своєму дослідженні зазначає, що «в історичному плані STEM-освіта пройшла певні етапи розвитку, виокремившись у 2001 р. у США, коли Е. Раупом була заснована організація «Ініціативна наука» (надалі – багатонаціональна освітня компанія «STEM.org») і вперше використано поняття STEM…» [20, с. 89].

США, як світовий лідер, розуміє важливість STEM-освіти для розвитку людського капіталу. Впровадження STEM-підходів в освіту є інвестицією у майбутнє країни та її місце у глобалізованому світі.

Виникнення STEM-освіти у США було обумовлено необхідністю адаптувати освітню систему до вимог сучасного технологічного світу. Перші спроби інтегрувати науку, технології, інженерію та математику в освітній процес датуються серединою 2000-х років. Головною метою цих ініціатив було стимулювання інтересу молоді до STEM-дисциплін та забезпечення країни висококваліфікованими фахівцями у сфері природничо-математичних дисциплін.

Основні завдання для впровадження STEM включають:

- взаємопов'язане вивчення науки, технології, інженерії та математики для розв’язання реальних задач;
- побудова навчання на основі проєктної діяльності, що дозволяє учням застосовувати теоретичні знання на практиці та розвивати навички дослідження;
- спрямування STEM-освіти на розвиток в учнів таких ключових компетентностей, як критичне мислення, креативність, вміння співпрацювати та знаходити інноваційні рішення.

STEM-освіта націлена на підготовку учнів до роботи у сучасних технологічних галузях [20, с. 90].

Швидкий розвиток технологій спонукає Європу до активного впровадження STEM-освіти. Європейський Союз визнає важливість STEM-галузей для економічного процвітання та інновацій, тому підтримує різноманітні ініціативи у цій сфері:

- програми, такі як Horizon Europe, фінансують наукові дослідження та інноваційні проєкти, що включають STEM-дисципліни.

– ініціативи, такі як Erasmus+ та European Schoolnet, сприяють обміну досвідом та розробці навчальних програм, що відповідають вимогам сучасного ринку праці.
– заохочується співпраця між освітніми установами та підприємствами, що дозволяє забезпечити учням доступ до сучасних технологій та практичного досвіду.

Згідно з рейтингом PISA, Ірландія демонструє високі показники у сфері STEM-освіти, увійшовши до двадцятки найкращих країн [11, с. 91].

STEM-освіта стає все більш популярною у світі. Уряди та освітні заклади різних країн активно працюють над її впровадженням. Кожна країна має свої особливості та підходи. Наприклад, у Німеччині існує масштабна ініціатива MINT, яка охоплює всі рівні освіти та спрямована на розвиток інтересу до STEM-дисциплін через різноманітні проєкти та конкурси (рисунок 1.1).

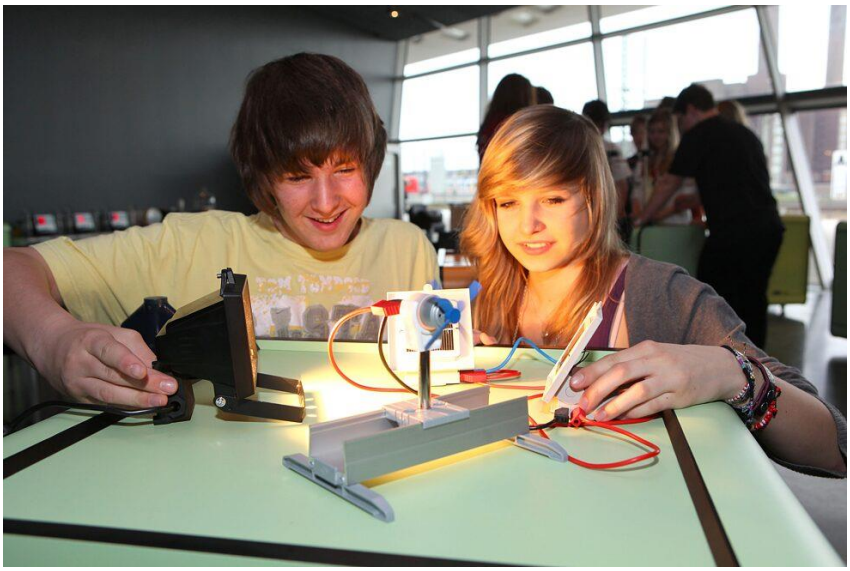


Рисунок 1.1 – Академія MINT для учнів PASCH-шкіл

Азійські країни усвідомлюють, що інвестиції у STEM-освіту є стратегічним кроком для розвитку економіки. Шляхом підготовки фахівців у галузі науки, технологій, інженерії та математики, ці країни прагнуть стимулювати інновації та забезпечити собі провідні позиції у глобальній економіці.

Китай активно впроваджує STEM-освіту, розуміючи її важливість для економічного зростання. Наприклад, програма «Made in China 2025» спрямована на модернізацію промисловості та вимагає висококваліфікованих кадрів, яких готують через розвиток STEM-освіти у школах та університетах.

STEM-освіта в Японії є одним з пріоритетних напрямків освітньої політики, де наука і технології є рушійною силою економіки, а уряд країни активно підтримує розвиток STEM-дисциплін. Зокрема, програма «Super Science High Schools» надає школам додаткові ресурси для проведення наукових досліджень та створення сучасних лабораторій. Тісна співпраця між школами та промисловими підприємствами забезпечує учням можливість отримати практичні навички, необхідні для роботи у сфері науки та технологій.

В Україні впровадження STEM-освіти є важливим кроком для забезпечення розвитку національної економіки.

Всупереч тому, що STEM-освіта в Україні стартувала пізніше, ніж у США, вона активно розвивається в українських школах, де все частіше застосовуються STEM-підходи до навчання [30, с. 432]. Уряд та освітні заклади активно працюють над популяризацією STEM-освіти. Це проявляється у різноманітних ініціативах, проєктах та заходах, спрямованих на стимулювання інтересу до науки, технологій, інженерії та математики серед молоді (рисунок 1.2). Мета таких зусиль – підготовка висококваліфікованих фахівців для сучасного ринку праці.

Рисунок 1.2 – Впровадження STEM-освіти в Україні

Як зазначає А. Давиденко початковим етапом розвитку «вітчизняної STEM- та STEAM-освіти було те, що спочатку її запровадження здійснювалось на базі позашкільних закладів освіти, та у шкільних гуртках» [7, с. 59].

Розвиток STEM-освіти у закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році здійснюється відповідно до: законів України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність»; Державного стандарту початкової освіти; Державного стандарту базової середньої освіти; Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 р.; Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти); Концепції розвитку цифрових компетентностей; Плану заходів щодо популяризації природничих наук та математики до 2025 р.; Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності тощо. Особливо важливо підкреслити, що нині організація STEM-навчання здійснюється згідно з планом заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 р. та базується на впровадженні державної реформи «Нова українська школа». Концепція розвитку STEM-освіти у природничих і

математичних науках спирається на нормативні документи ЮНЕСКО, зокрема Інчхонську декларацію «Освіта 2030», яка проголошує STEM-освіту як стратегічний та ключовий аспект для досягнення цілей сталого розвитку.

Розвиток STEM-освіти в Україні є одним із пріоритетних напрямів державної політики. Завдяки спільним зусиллям уряду, міжнародних організацій та приватних ініціатив, STEM-дисципліни все активніше інтегруються в українську освіту. Це сприяє підготовці висококваліфікованих фахівців, необхідних для розвитку національної економіки та забезпечення конкурентоспроможності країни на світовому ринку.

STEM-освіта: ключ до відновлення та розвитку України. STEM-освіта є одним з найефективніших способів підготовки фахівців, здатних не тільки володіти теоретичними знаннями, але й застосовувати їх на практиці для розробки інноваційних рішень.

С. Толстоухов зазначає, що впровадження STEM в Україні відбувається на базі онлайн-платформ, STEM-центрів, лабораторій, а також шляхом проведення наукових та освітніх фестивалів, змагань, конкурсів, науково-практичних конференцій, квестів, хакатонів, екскурсій, практикумів та інших заходів [31, с. 257].

Чому STEM-освіта важлива для України?

- післявоєнна відбудова потребує великої кількості інженерів, програмістів, науковців та інших фахівців зі STEM-спеціальностей;
- розвиток STEM-освіти підвищує конкурентоспроможність України на світовому ринку;
- STEM-освіта стимулює розвиток інновацій та нових технологій;
- STEM-фахівці можуть розробляти рішення для соціальних проблем, таких як охорона здоров'я, екологія та енергоефективність.

Існує низка проблем впровадження STEM-освіти в Україні:

- недостатня кількість кваліфікованих вчителів;
- відсутність сучасного обладнання;
- недостатнє фінансування.

Як розвивати STEM-освіту в Україні?

- підвищення кваліфікації вчителів;
- створення STEM-лабораторій та забезпечення шкіл необхідним обладнанням;
- створення програм, які б відповідали інтересам учнів та викликам сучасності;
- співпраця з бізнесом та науковими установами;
- популяризація STEM-професій.

Ключові елементи ефективної STEM-освіти:

- залучення учнів до проєктної діяльності, експериментів та лабораторних робіт;
- створення умов для співпраці учнів у вирішенні спільних завдань;
- застосування цифрових інструментів для навчання та досліджень;
- врахування інтересів та особливостей кожного учня;

– демонстрація учням практичного застосування STEM-знань у повсякденному житті.

Вибір навчальних предметів дитиною не є випадковим, а формується під впливом багатьох факторів: особистого досвіду, сімейного виховання, впливу медіа та оточення. Гендерні стереотипи, які закладаються з дитинства, значною мірою визначають, які предмети вважаються «дівчачими», а які – «чоловічими». Уряди та промисловість по всьому світу розглядають питання різноманітності у STEM: стать, раса та соціально-економічний статус протягом понад 40 років, які часто виражаються у термінах продуктивності та економічних витрат для економіки кожної країни. Численні звіти зосереджені на опануванні STEM жінками [34, с. 998].

Для успішного розвитку України в умовах швидких технологічних змін необхідна якісна STEM-освіта. Впровадження STEM-підходів вимагає об'єднаних зусиль держави, освітян, бізнесу та громадськості для створення ефективної системи освіти, яка стимулюватиме інновації.

Лабораторна робота №1. Зарубіжний досвід впровадження STEM. STEM-освіта в Україні

Мета: ознайомитися із зарубіжним досвідом впровадження STEM-освіти та визначенні його впливу на розвиток освітніх систем різних країн та України.

Завдання:

1. Дослідити проблему впровадження STEM-освіти на уроках з дисципліни за предметною спеціальністю. Для пошуку матеріалів скористатися ресурсом, в якому сконцентровані наукові публікації – **Google Scholar.** Корисні публікації (4–5 публікацій).
2. За результатами вивчення заповнити табл. 1.1:

Таблиця 1.1 – Аналіз публікацій

Тип публікації / рік	Автор	Назва публікації	Країна (крім України)	Основні аспекти впровадження STEM-освіти

3. Провести SWOT-аналіз впровадження STEM-освіти в Україні та заповнити табл. 1.2.
4. Файли з таблицями розташувати на Google диску. Опублікувати документи і надіслати посилання на два документи.

SWOT-аналіз – дозволяє оцінити сильні сторони (Strengths), слабкі сторони (Weaknesses), можливості (Opportunities) та загрози (Threats) будь-якого підприємства, проєкту чи процесу. У контексті впровадження STEM-освіти в Україні, SWOT-аналіз допоможе нам краще зрозуміти поточний стан справ та визначити шляхи подальшого розвитку.

Таблиця 1.2 – SWOT-аналіз

SWOT-аналіз	
Strenghts (сильні сторони) Які існуючі державні програми та політики сприяють розвитку STEM-освіти? Який потенціал у українських учнів до STEM-навчання? Які їхні інтереси та мотивація?	**Opportunities (можливості)** Які нові галузі та професії вимагають STEM-компетентностей? Як можна інтегрувати STEM-освіту з іншими сферами життя, такими як культура, мистецтво та спорт? Які можливості для співпраці з бізнесом існують для розвитку STEM-освіти?
Weaknesses (слабкі сторони) Які основні бар'єри для впровадження STEM-освіти існують на рівні шкіл, регіонів та країни в цілому? Які недоліки мають існуючі навчальні програми з STEM?	**Threats (загрози)** Як економічні кризи та політична нестабільність можуть вплинути на фінансування STEM-освіти? Як зміна клімату та інші глобальні проблеми можуть вплинути на пріоритети в освіті?

Методичні рекомендації

1. Завантажити браузер і в адресному рядку ввести адресу: https://scholar.google.com.ua/.

У пошуковому рядку Google Академії ввести пошуковий запит. Наприклад, виконавцю роботи потрібно вивчити проблему STEM у Великобританії. Для цього можна ввести такі запити:

STEM у Великобританії, Австралії, Англії.

Світові тенденції розвитку STEM

Розвиток STEM

Результати пошуку представлено на рисунку 1.3. Зверніть увагу, що кількість знайдених документів – приблизно 1790.

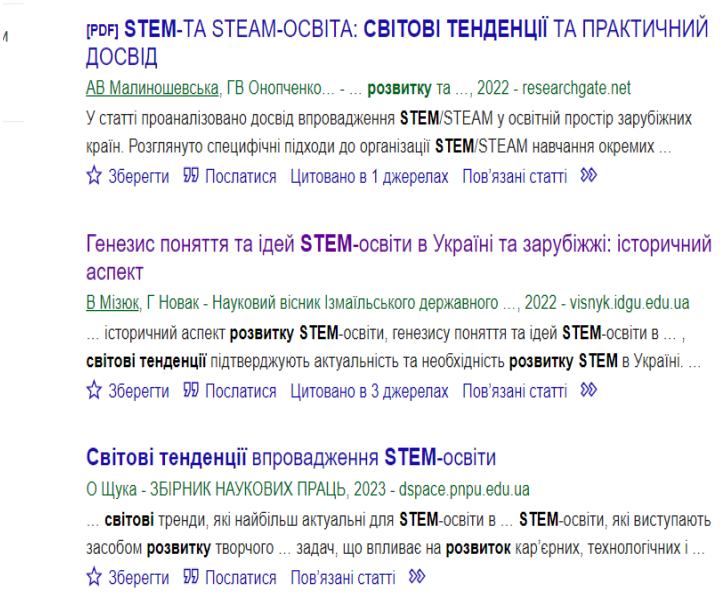


Рисунок 1.3 – Пошук в Google Scholar за запитом Світові тенденції розвитку STEM

2. Результати вивчення публікацій введено до табл. 1.1.

3. У пошуковій системі Google Академії ввести запит: *STEM в Україні; розвиток STEM в Україні.*

Результати пошуку представлено на рисунку 1.4. Зверніть увагу, що кількість знайдених документів – приблизно 18200.

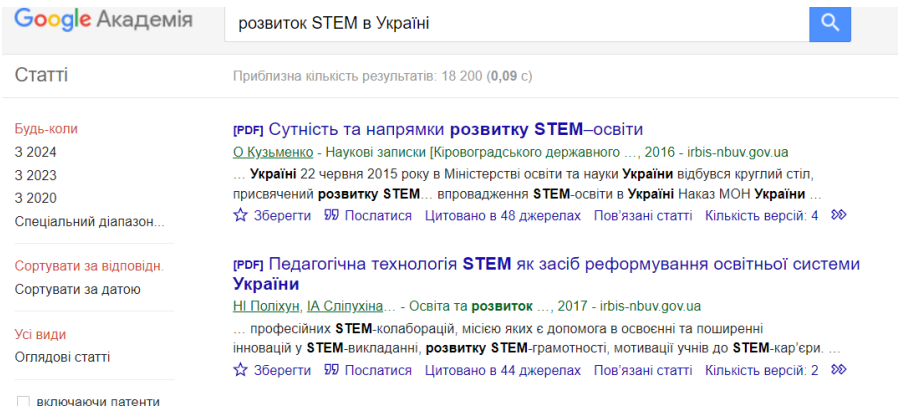


Рисунок 1.4 – Пошук в Google Scholar за запитом Розвиток STEM в Україні

Після ознайомлення та вивчення документів, результати публікацій занесіть до табл. 1.2, вказавши сильні сторони, слабкі сторони, можливості та загрози впровадження STEM-освіти в Україні.

Після заповнення таблиць у Google Doc, надіслати покликання на розроблені документи.

Лабораторна робота №2. Логотип STEM

Мета: визначити як STEM-технології можуть бути ефективним інструментом для розвитку учнів та набуття уміння роботи з інструментом Canva.

Завдання:

1. Створити ескіз логотипу «STEM» на папері, кілька варіантів дизайну.
2. Обрати один з ескізів і втілити його у цифровому форматі за допомогою сервісу Canva.
3. Створену фінальну версію логотипу зберегти у форматі pdf .
4. Документ надіслати викладачу.

Методичні рекомендації

1. Схематично зобразити ескізи логотипу.
2. Завантажити браузер і в адресному рядку ввести адресу: https://www.canva.com. Якщо акаунт вже є, увійдіть у систему. Якщо ні, зареєструйтесь за допомогою електронної пошти, облікового запису Google або Facebook.

На головній сторінці Canva натисніть на кнопку «Створити дизайн».

У вікні, що з'явилося, введіть «логотип» у пошуковий рядок, щоб знайти відповідний шаблон, оберіть «Логотип» з доступних або «створити новий» (рисунок 1.5).

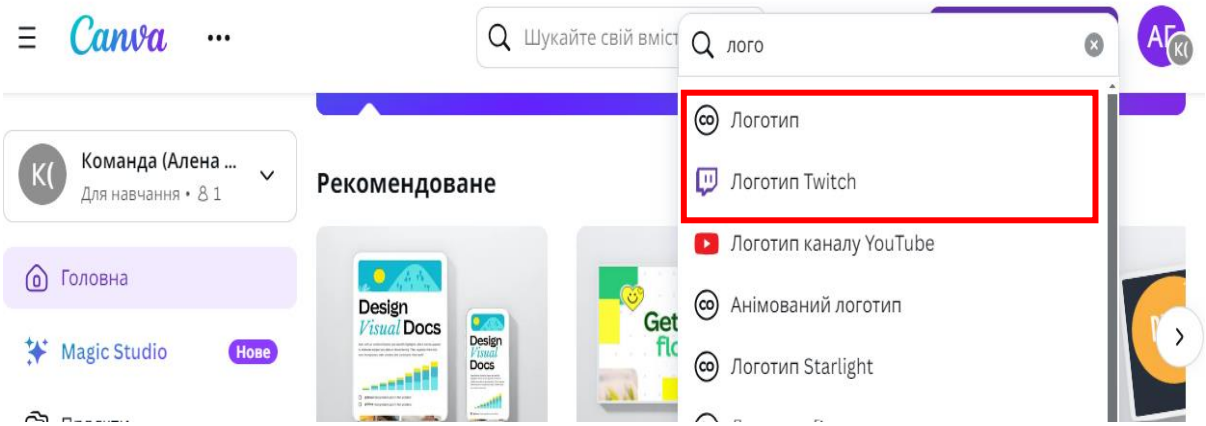


Рисунок 1.5 – Створення шаблону у Canva

Натисніть на текстовий блок, щоб редагувати текст та введіть «STEM». На панелі інструментів виберіть шрифт, стиль і розмір тексту (рисунок 1.6).

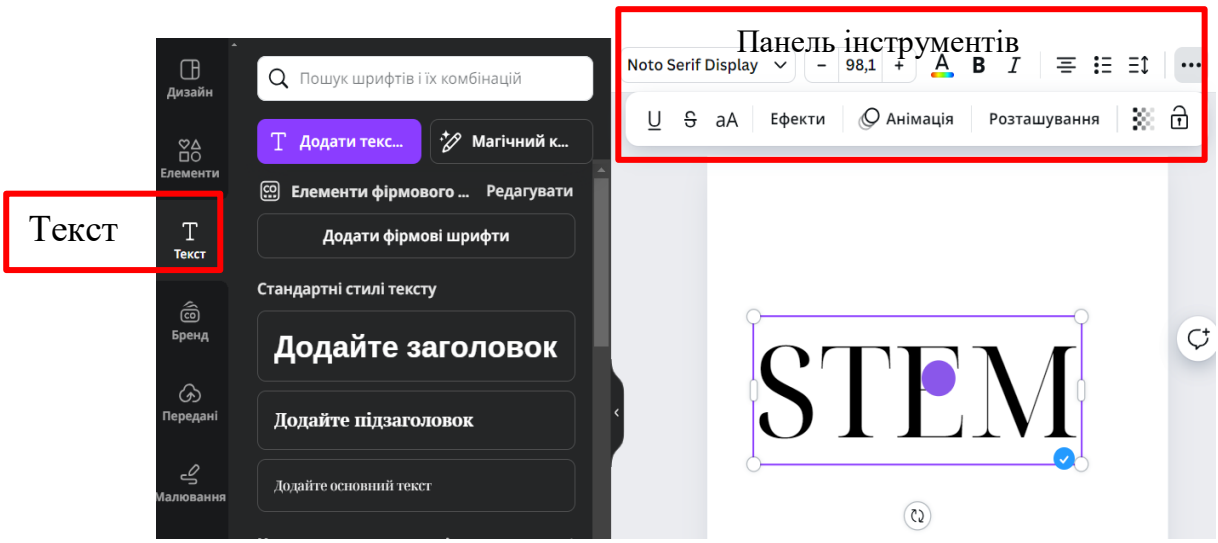


Рисунок 1.6 – Робота з інструментами Canva

Використовуйте панель інструментів для зміни кольорів тексту, фону та інших елементів.

Додайте необхідні елементи. Перейдіть до вкладки «Елементи» та знайдіть іконки, форми або зображення, які підходять для вашого логотипа. Перетягніть їх на полотно (рисунок 1.7).

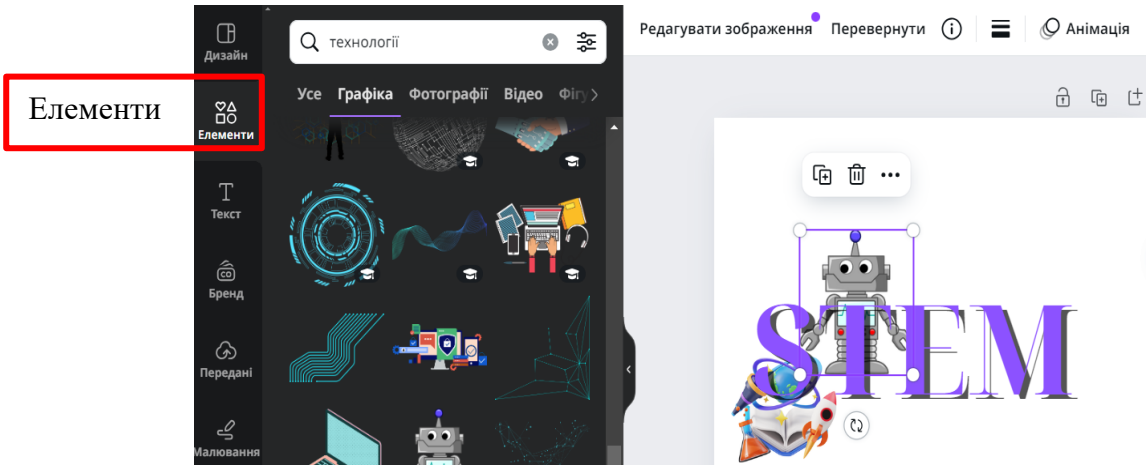


Рисунок 1.7 – Елементи Canva

Натиснувши на елемент можливо змінити його розмір, колір або положення. Використовуйте панель інструментів для редагування властивостей.

Оберіть вкладку «Фон» та виберіть колір або текстуру для фону логотипа. Ви можете також завантажити власне зображення для фону (рисунок 1.8).

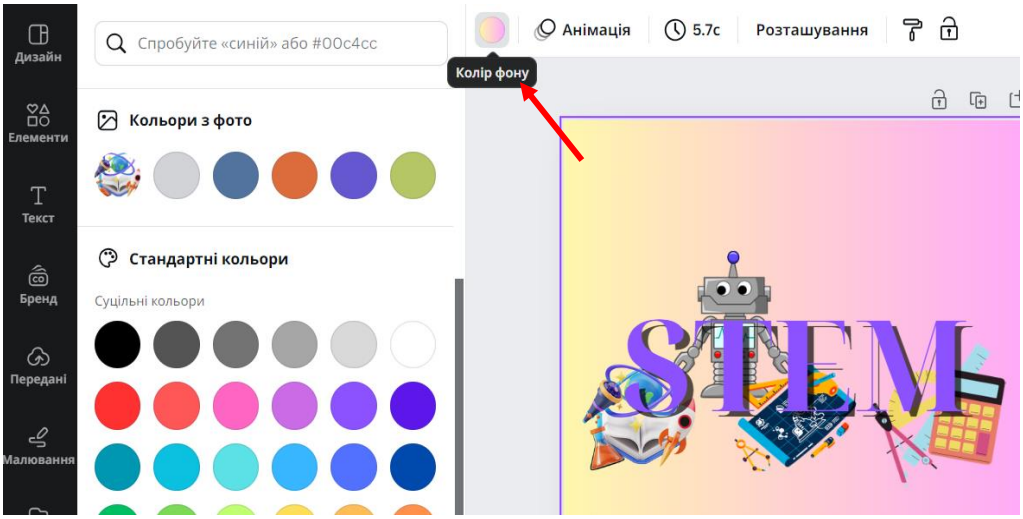


Рисунок 1.8 – Робота з фоном Canva

Перевірити як виглядає логотип. Переконатися, що всі елементи гармонійно поєднуються і логотип виглядає професійно.

3. Натисніть кнопку «Поділитися» у верхньому правому куті (рисунок 1.9).

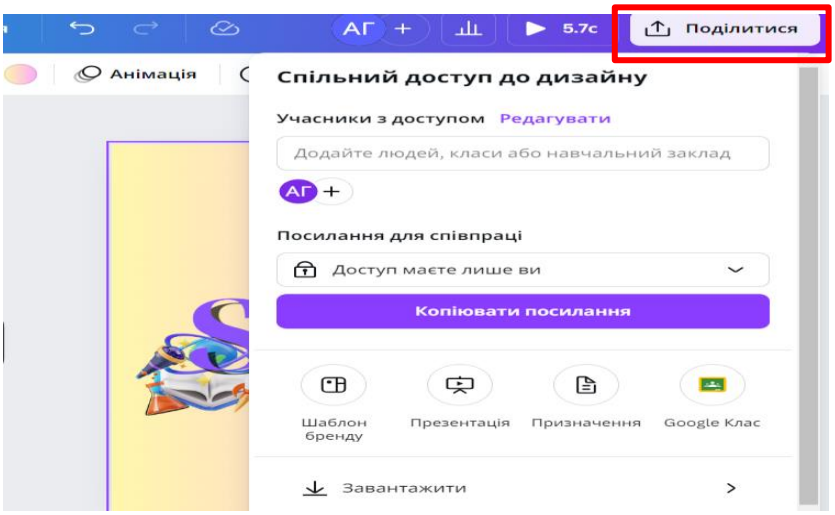


Рисунок 1.9 – Завантаження документа

Оберіть формат файлу для завантаження (наприклад, PNG або PDF). Для логотипів рекомендується використовувати формат PNG для прозорого фону.

Натисніть «Завантажити», щоб зберегти логотип на вашому комп'ютері.

Перегляньте та переконайтеся, що все виглядає так, як ви очікували. Виконайте необхідні корективи у Canva та повторно завантажте файл, якщо потрібно.

У результат було отримано логотип, представлений на рисунку 1.10.

Рисунок 1.10 – Розроблений логотип

Дослідницькі завдання

1. Визначити основні відмінності у підходах до STEM-освіти в США, Фінляндії та Сінгапурі. Як ці відмінності впливають на результати навчання учнів?
2. Визначити спільні риси в системах STEM-освіти США та України. Які елементи STEM-освіти США можуть бути успішно адаптовані в Україні?

3. Дослідити проблему впливу різних культурних, соціальних та економічних факторів на впровадження STEM-освіти у різних країнах.

⍰ Контрольні запитання

1. Що таке STEM-освіта? Як вона відрізняється від традиційної освіти?
2. Які основні принципи STEM-освіти? Наведіть приклади.
3. Які країни є лідерами у впровадженні STEM-освіти? Чим відрізняються їхні підходи?
4. Які переваги дає STEM-освіта учням?
5. Які виклики існують при впровадженні STEM-освіти в Україні?
6. Що таке STEM і які дисципліни включає цей підхід?
7. Чи важливо включати інженерний дизайн у навчання STEM?
8. Які математичні навички важливі для STEM?
9. Як інженерні дизайн-процеси можуть бути адаптовані для різних вікових груп і рівнів освіти?
10. Які переваги й виклики інтеграції STEM-дисциплін в освітньому процесі у порівнянні з традиційним навчанням з окремих предметів?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС

📖 Теоретичні відомості

STEM-освіта – це інноваційний підхід, який дозволяє учням не просто запам’ятовувати факти, а застосовувати знання на практиці, розв’язуючи реальні проблеми. Наприклад, під час проєкту з будівництва робота учні поєднують знання з математики (розрахунки), фізики (рух робота), програмування (керування роботом) та інженерії (конструкція).

Схематичне представлення цілісного підходу до навчання та вирішення завдань за допомогою STEM-освіти наведено на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Візуалізація процесу мислення та генерації ідей

У дослідженні Д. Шевченко і Т. Мазурок зазначається, що «в умовах впровадження принципів Концепції НУШ дуже важливим постає питання формування вмінь створювати інформаційні продукти шляхом колективної роботи…» [32, с.176].

Для того, щоб успішно впроваджувати STEM-освіту, необхідно поєднувати різні дисципліни, використовувати сучасні технології та залучати учнів до реальних проєктів. Проте, на шляху до цієї мети виникає багато питань, таких як недостатнє обладнання шкіл, відсутність у вчителів відповідних компетентностей та стереотипів щодо STEM-дисциплін.

STEM-технології роблять навчання інтерактивним та цікавим. Замість пасивного сприйняття інформації, учні активно взаємодіють з навчальним матеріалом. Учні можуть створювати віртуальні моделі або проводити віртуальні експерименти.

Індивідуальний підхід до навчання передбачає адаптацію освітнього процесу до особливостей кожного учня та знаходить нові можливості завдяки STEM-технологіям. Інтегруючи науку, технології, інженерію та математику, STEM дозволяє створити освітнє середовище, яке відповідає різним стилям навчання та темпам засвоєння матеріалу.

Диференційоване навчання – це стратегія, яка дозволяє адаптувати освітній процес до різноманітних потреб учнів. Завдяки цьому кожен учень отримує можливість навчатися у своєму темпі та за індивідуальною траєкторією.

STEM-технології забезпечують міждисциплінарний підхід у диференційованому навчанні, тим самим дозволяє учням бачити зв’язки між різними предметами та застосовувати знання на практиці. Такий підхід розвиває в учнів критичне мислення, творчість та навички співпраці, готуючи їх до викликів сучасного світу.

Використання STEM-технологій для створення адаптованих завдань

- розробка проєктів, які дозволяють учням працювати над завданнями в їхньому темпі та відповідно до їхніх інтересів;
- використання платформ, таких як онлайн-симулятори і віртуальні лабораторії, які можуть бути налаштовані відповідно до рівня підготовки учнів;
- створення завдань, де враховано різні рівні складності та інтереси, щоб кожен учень міг працювати над завданням, яке відповідає його можливостям.

Інтеграція STEM-дисциплін:

- пояснює природні явища через дослідження, які надають базу для технічних й інженерних рішень;
- використання методів задля реалізації наукового відкриття;
- реалізація інженерного рішення, наукових теорій й технологічних рішень через розробку і тестування прототипів та систем.
- застосування математичних інструментів для аналізу даних, моделювання процесів і оптимізації рішень.

Своєю чергою впровадження STEM-дисциплін, підвищує мотивацію студентів до навчання та сприяє їхньому всебічному розвитку.

Особливості розробки STEM-уроку

1**.** Визначити чітко *мету уроку*, що охоплюватиме знання і навички з STEM-дисциплін. Наприклад, розвинути навички програмування та розв'язання інженерних задач через «Створення простого робота». Розробити завдання, що сприятимуть досягненню поставленої мети. Завдання можуть включати дослідження, експерименти, проєкти, програмування тощо. Завдання повинні інтегрувати знання з різних STEM-дисциплін, наприклад, дослідження фізичних принципів, розробка технічних рішень і застосування математичних моделей.

2. *Розробка структури уроку.* Початок уроку бажано запланувати з активності, яка приверне увагу учнів і покаже практичну значущість теми. Це може бути демонстрація або обговорення реальних кейсів. Представити тему і мету уроку, пояснити, що учні будуть вивчати й чому це важливо.

3. *При створенні основної частини* надати чіткі інструкції для виконання завдань або проєкту, що включає пояснення теорії, демонстрацію інструментів і методів. Провести практичний урок, де учні працюватимуть над проєктами або

будуть розв'язувати задачі. Такий урок може бути створено у вигляді лабораторної роботи, програмування, конструювання моделей тощо. За можливістю організувати учнів у групи для спільної роботи, що сприяє розвитку навичок співпраці й комунікації.

4. По *закінченню уроку* надати учням можливість представити результати своєї роботи або проєкту. Обговорити результати і надати зворотний зв'язок. Оцінювання результатів може бути як формальним (тестування, оцінювання проєктів), так і неформальним (обговорення, самооцінка).

Задля зацікавлення учнів майбутнім вчителям *необхідно* використовувати програмне забезпечення для симуляцій, візуалізації даних або програмування. Наприклад, Scratch для програмування або PhET для віртуальних лабораторій. Використовувати 3D-друк або моделювання для створення прототипів і моделей. Підготувати навчальні матеріали, такі як інструкції, посібники, відеоуроки та презентації, онлайн-ресурси, такі як освітні платформи або відкриті наукові бази даних, для поглиблення знань.

Оцінити процес STEM-уроку через регулярні опитування і обговорення, кінцеві результати проєкту, тести або презентації. Отримувати відгуки від учнів про проведений урок для виявлення сильних і слабких сторін. Аналізувати зворотний зв'язок для покращення майбутніх уроків та адаптації методів навчання.

Приклади STEM-уроків:

«Смачне дослідження»

Випікання печива різної форми та розміру, вимірювання інгредієнтів, розрахунок пропорції, побудова графіків залежності розміру печива від кількості інгредієнтів.

«Місто майбутнього»

Проєктування ідеального міста та використання геометричних фігур, масштабу та пропорції, проведення розрахунку площі будівель, довжини доріг та інших параметрів.

«Робот-футболіст»

Конструювання робота-футболіста, програмуючи його рухи та проведення змагань. Проєкт відповідно охоплює знання з геометрії, тригонометрії, фізики та програмування.

«Моделювання епідемії»

Створення математичної моделі про поширення епідемії та використання програмного забезпечення для моделювання, що допомагає зрозуміти принципи математичного моделювання, його застосування для розв'язання реальних проблем.

«Аналіз даних про зміну клімату»

Збирання даних про зміну температури, рівня моря та інших кліматичних показників, оброблення їх за допомогою статистичних методів та побудова прогнозів.

«Проєктування сонячної електростанції»

Розроблення проєкту сонячної електростанції та розрахунок необхідної кількості сонячних панелей, визначення оптимального розташування та оцінення економічної ефективності проєкту.

Створення STEM-уроку вимагає індивідуального підходу, який враховує інтереси та потреби кожного учня. Чітко сформульована мета та використання різноманітних технологій, постійний зворотний зв'язок допомагають зробити навчання цікавим та ефективним.

Лабораторна робота №3. Функція технології STEM при диференційованому викладанні

Мета: набуття умінь створювати STEM завдання для забезпечення диференційованого підходу у навчанні.

Завдання:

1. Дослідити яким чином STEM-технології можуть підтримувати різні стилі навчання, темпи розвитку та інтереси учнів.
2. Розробити моделі диференційованих STEM-завдань та створити STEM-завдання різних рівнів складності та інтересів учнів.

Методичні рекомендації

Зразок диференційованого завдання STEM

1. Робота з графікою

Розфарбуйте всі трикутники у червоний колір. Скільки трикутників зображено на обраному малюнку (рисунок 2.2)?

Додаткове завдання:

- обчисліть периметр трикутників, поміркуйте за допомогою якого приладдя можливо зробити виміри найточніше.
- підготуйте інформацію «у числах» про одну з тварин та оформити повідомлення у вигляді Microsoft Word або презентації Power Point.
- за допомогою програми Microsoft Word, PowerPoint, Paint спробуйте намалювати подібну тварину, попередньо за допомогою телефону сфотографувати картинку, як зразок. Перенесіть фото з телефону у документ. І по контору повторіть малюнок (5-6 клас).
- виготовити подібну модель із паперу;
- за допомогою програми 3D ручки створіть 3D модель.

За допомогою даного завдання можливо надати дітям можливість працювати відповідно до свого рівня знань, умінь та можливостей.

«Будуємо міст – інженерія та геометрія» (9 клас)

Цільова аудиторія: 7-9 клас

Тривалість: 2 уроки (по 45 хвилин)

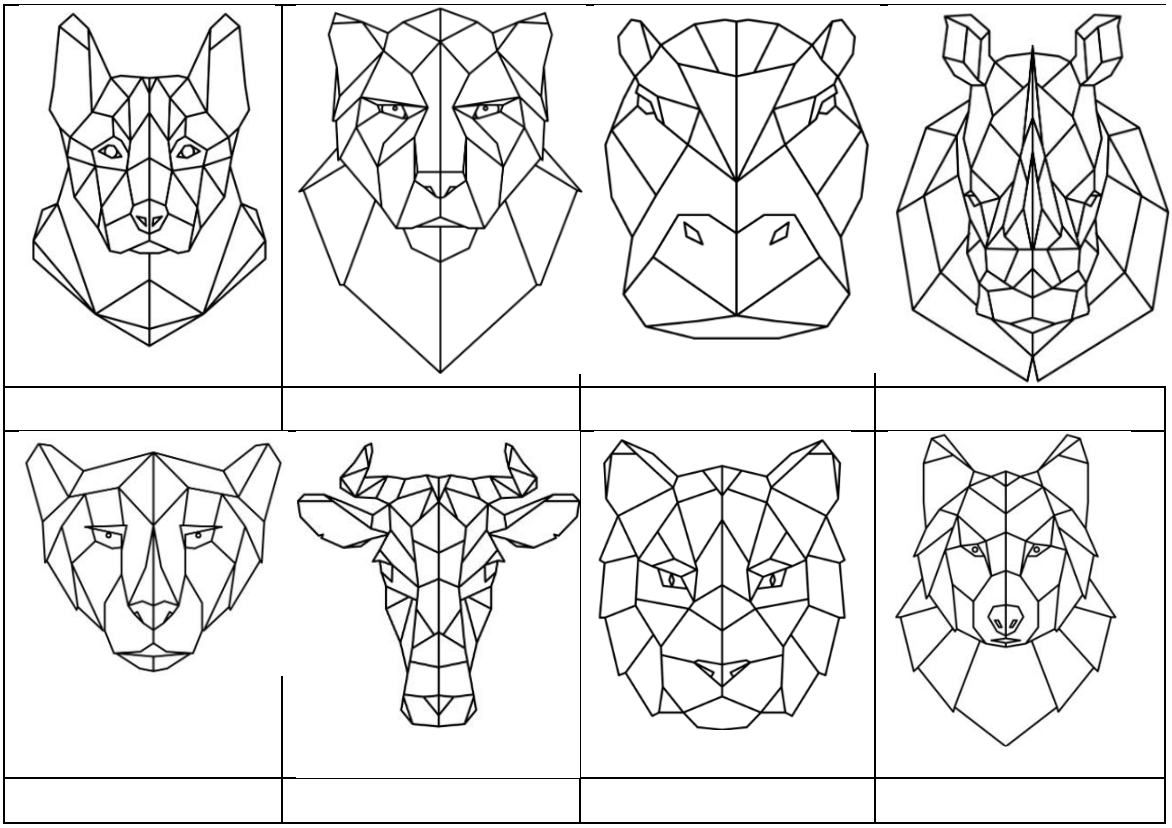


Рисунок 2.2 – Завдання для роботи з графікою

Мета: Ознайомити учнів із застосуванням математики у будівництві та інженерії, розвинути навички роботи у команді, критичного мислення та застосування геометричних знань на практиці.

1. Вступна частина (10 хвилин)

«Де у реальному житті зустрічається математика?»

Демонстрація прикладів мостів із різними типами конструкцій (аркові, підвісні, балкові тощо).

Коротка теоретична частина: поняття пропорцій, симетрії, трикутників у конструкціях.

Практичне завдання (60 хвилин)

Розрахунок конструкції мосту (20 хв)

Учні діляться на групи по 3-4 особи.

Кожна команда отримує завдання створити модель мосту, використовуючи геометричні розрахунки.

Використовують формули для розрахунку стійкості: обчислення кута нахилу (якщо міст похилий); визначення площі опорної поверхні; використання пропорцій у масштабуванні; будівництво моделі (40 хв)

Учні створюють моделі мостів з картону, дерев'яних паличок, клею, ниток.

Перевіряють міцність конструкції шляхом тестування ваги (наприклад, чи витримає міст невеликий вантаж).

Аналіз і висновки (20 хвилин)

Презентація моделей.

Обговорення труднощів, з якими стикнулися під час побудови.

Підрахунок, яка команда створила найбільш стійку та ефективну конструкцію.

Обговорення зв’язку математики, інженерії та реального життя.

Дана тема вивчається у 9 класі, але вся диференціація залежить від того, які дані необхідно учням занести до таблиці:

- записи про результати різних експериментів, наприклад, вимірювання температури, швидкості реакцій, зміни концентрацій;
- дані про спостереження у польових умовах або лабораторіях;
- технічні характеристики різних пристроїв або компонентів (параметри датчиків, моторів, процесорів);
- результати розрахунків для інженерних проєктів (розрахунок навантаження, споживаної потужності, ефективності);
- дані опитувань або анкетування учасників дослідження, яке спочатку необхідно провести;
- дані про якість повітря, води, рівень забруднення, температурні коливання, інформація про види рослин і тварин у різних екосистемах, їх кількість та поширення;
- результати тестів, аналіз трендів, результати математичних розрахунків, візуалізації даних, дані графіків функцій, бюджет та витрати, витрати на матеріали (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Приклад таблиці для STEM-проєкту на тему «Аналіз ефективності різних типів сонячних панелей»

Тип панелі	Площа (м²)	Вихідна потужність (Вт)	Ефективність (%)	Вартість ($)
Панель A	1.5	250	17.0	300
Панель B	1.6	270	16.9	350
Панель C	1.7	300	18.0	400

Лабораторна робота №4. STEM-урок, урок з елементами STEM

Мета: набути уміння планувати STEM-уроки та практичні навички їх розроблення.

Завдання:

Створити детальний план-конспект STEM-уроку з математики для певної вікової групи.

Методичні рекомендації

«Математичний квест»

Матеріали: картки з математичними задачами (різного рівня складності).

Завдання: розв’язати задачі на логіку та арифметику (математичні знання).

Вступ:

Клас ділиться на команди по 4-5 осіб.

Кожна команда отримує карту з першим завданням та загадкою, яка вказує на місце наступного завдання.

Завдання:

Завдання 1. Розшифрувати повідомлення Піфагора, в якому зашифровано місце наступного завдання.

Завдання 2. Виконати геометричні розрахунки для визначення відстані до наступної локації.

Завдання 3. Розв’язати логічну задачу, щоб отримати підказку до наступного завдання.

Завдання 4. Використовуючи дані про рух тіл (наприклад, м’яча, автомобіля), розрахувати швидкість, час руху та інші параметри.

Завдання 5. Сконструювати модель архітектурної споруди, використовуючи геометричні тіла та масштабування.

Фінал: команди презентують свої результати та захищають свої рішення.

Завершення та рефлексія (2-5 хвилин)

Обговорення результатів: що вдалося, що було складним і як ці навички можуть допомогти у майбутньому. Підсумувати, як активності STEAM-перерви сприяли розвитку критичного мислення, креативності, комунікації та співпраці.

Висновок (1-2 хвилини).

Подякувати учням за участь, наголошуючи на важливості подібних перерв для відновлення сил й розвитку навичок Soft Skills та запропонувати продовжити подібні практики у майбутньому.

Матеріали: папір, ручки, картки з математичними задачами.

GeoGebra – це потужне інтерактивне програмне забезпечення для вивчення математики, яке поєднує геометрію, алгебру, таблиці, графіки, статистику та математичні моделювання. Його використання допомагає зробити навчання більш наочним і захопливим.

GeoGebra має широкі можливості: побудова геометричних фігур та їх динамічне змінювання; робота з функціями, побудова графіків та їх дослідження; використання таблиць для обробки даних та побудови статистичних діаграм; виконання алгебраїчних обчислень та побудова рівнянь; використання 3D-графіків для візуалізації просторових об'єктів.

Побудова трикутників, багатокутників, кіл та інших геометричних фігур, вивчення властивостей кутів, симетрії, площ та периметрів, візуалізація теорем (наприклад, теореми Піфагора, ознак подібності трикутників) – варто взяти до уваги використання GeoGebra на уроках геометрії.

Графічне представлення лінійних, квадратичних, показникових, тригонометричних функцій, дослідження властивостей функцій (область визначення, екстремуми, точки перетину), розв’язання систем рівнянь графічним способом – дослідження за допомогою GeoGebra на уроках алгебри.

Побудова гістограм, стовпчикових діаграм, обчислення середнього значення, медіани, моди, моделювання випадкових подій – можливості GeoGebra під час вивчення статистики та ймовірності.

Організація роботи вчителя з GeoGebra

1. Вибір теми та підготовка необхідних моделей у GeoGebra.
2. Створення інтерактивних завдань для учнів.
3. Інструктаж щодо роботи з програмним забезпеченням.
4. Демонстрація моделей на інтерактивній дошці.
5. Організація групової та індивідуальної роботи учнів.
6. Виконання завдань у режимі реального часу.
7. Використання тестових завдань із вбудованими відповідями.
8. Аналіз виконаних робіт учнів через GeoGebra Classroom.

Алгоритм роботи з GeoGebra

1. Перейдіть на офіційний сайт GeoGebra*. Виберіть потрібну вебверсію (GeoGebra Classic, Графіки, Геометрія тощо) або завантажте програму на комп'ютер (рисунок 2.3).

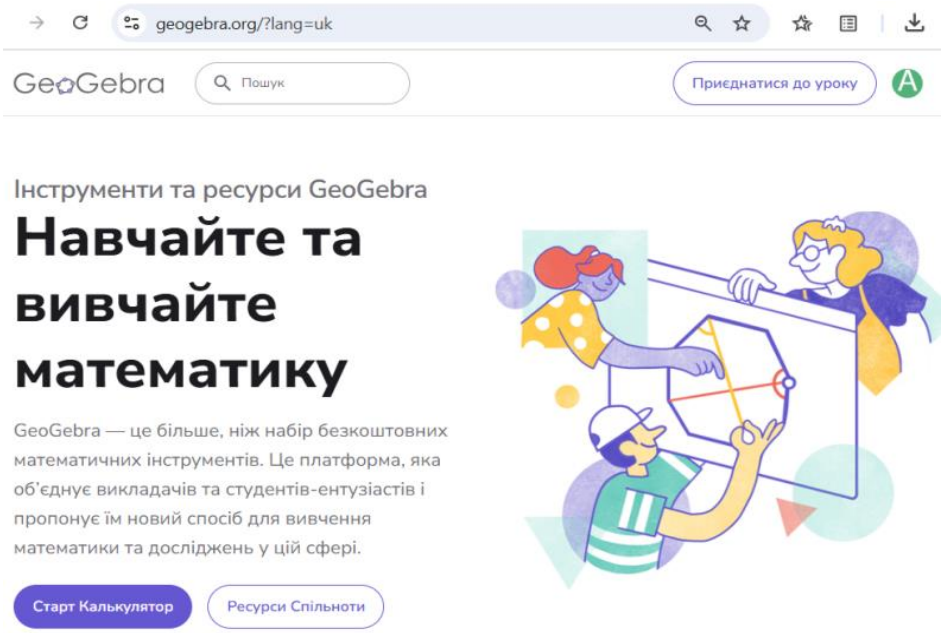


Рисунок 2.3 – Офіційний сайт GeoGebra

2. За бажанням увійдіть в акаунт для збереження робіт.
3. На панелі інструментів виберіть необхідний режим роботи – графічний, 3D-калькулятор, ймовірність… (рисунок 2.4).

* https://www.geogebra.org/

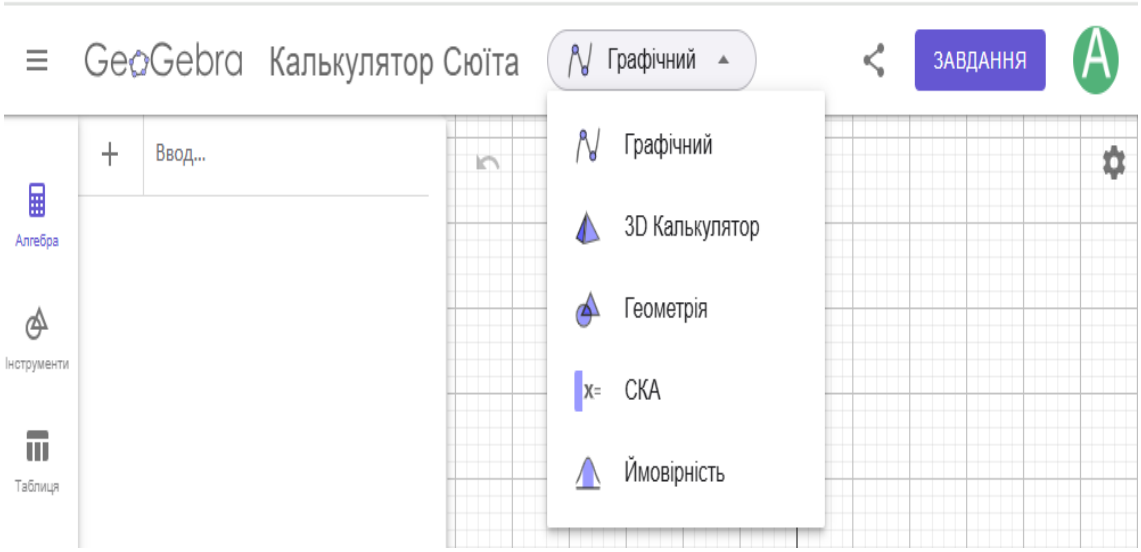


Рисунок 2.4 – Інструментарій GeoGebra

Сервіс надає можливість скористатися напрацюваннями колег у розділі «Ресурси спільноти» та обравши необхідну категорію (рисунок 2.5).

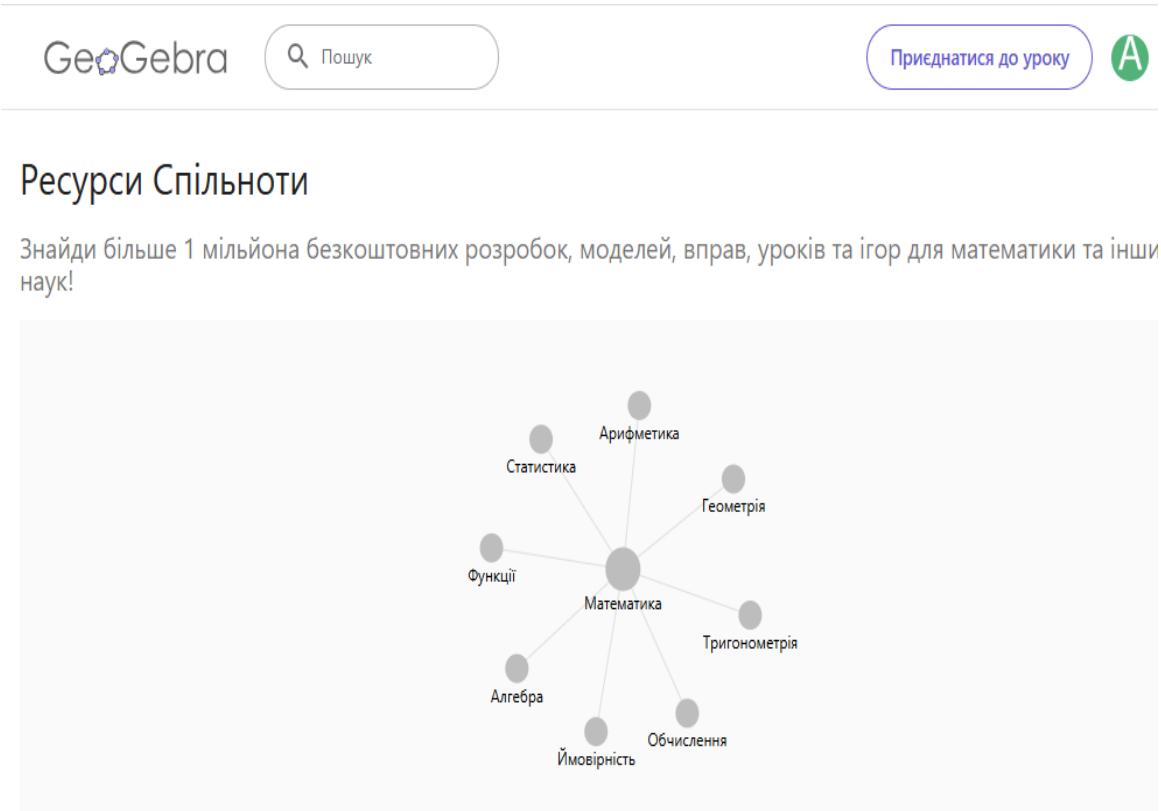


Рисунок 2.5 – Бібліотека GeoGebra

У лівій частині екрана введіть алгебраїчні вирази, а у правій частині програма побудує візуалізацію побудови (рисунок 2.6).

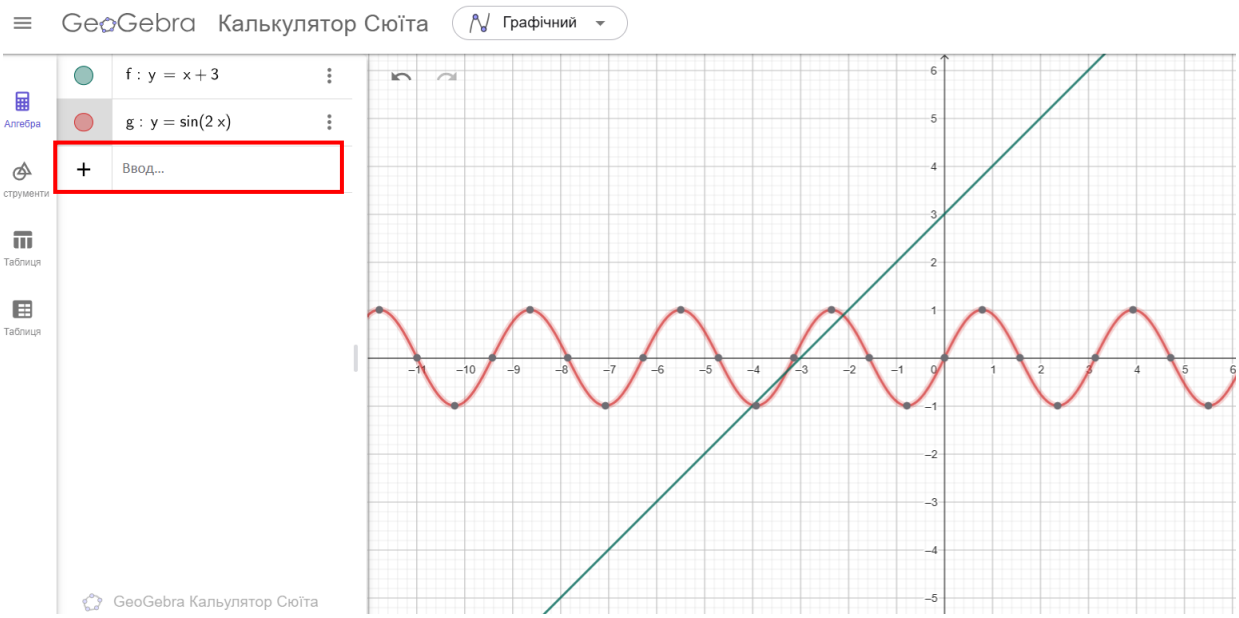


Рисунок 2.6 – Побудова функцій в GeoGebra

Можна скористатися інструментами для створення точок, прямих, кіл, багатокутників тощо (рисунок 2.7).

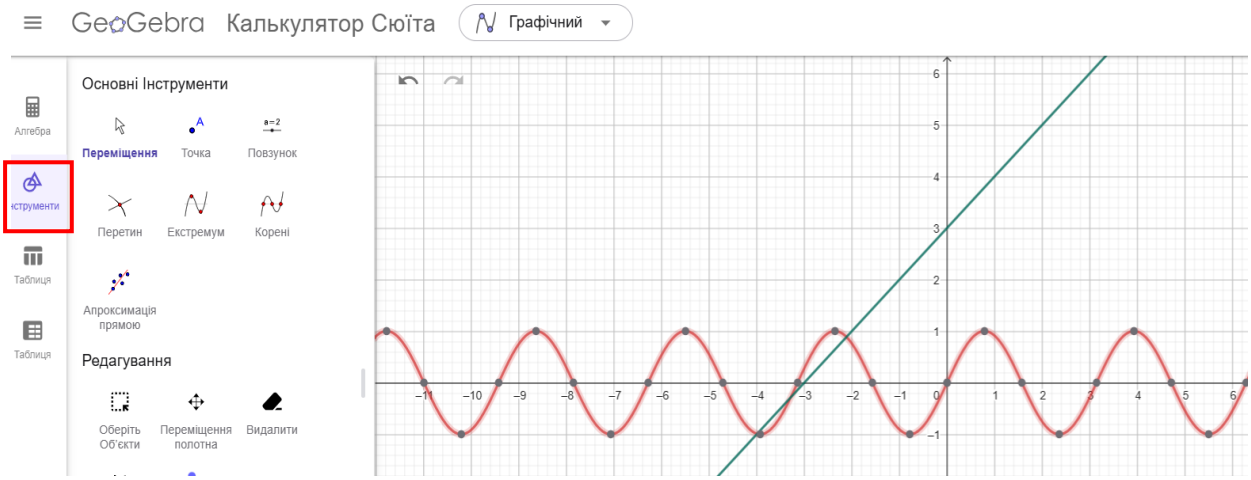


Рисунок 2.7 – Інструменти геометричних побудов в GeoGebra

Рівняння функцій вводиться за допомогою віртуальної клавіатури або ж з використанням клавіатури комп'ютера англійською мовою (рисунок 2.8).

Для взаємодії з об'єктами (переміщення, зміна значень параметрів) застосовується бігунок (рисунок 2.9). Використайте властивості об'єктів для зміни кольору, товщини ліній тощо.

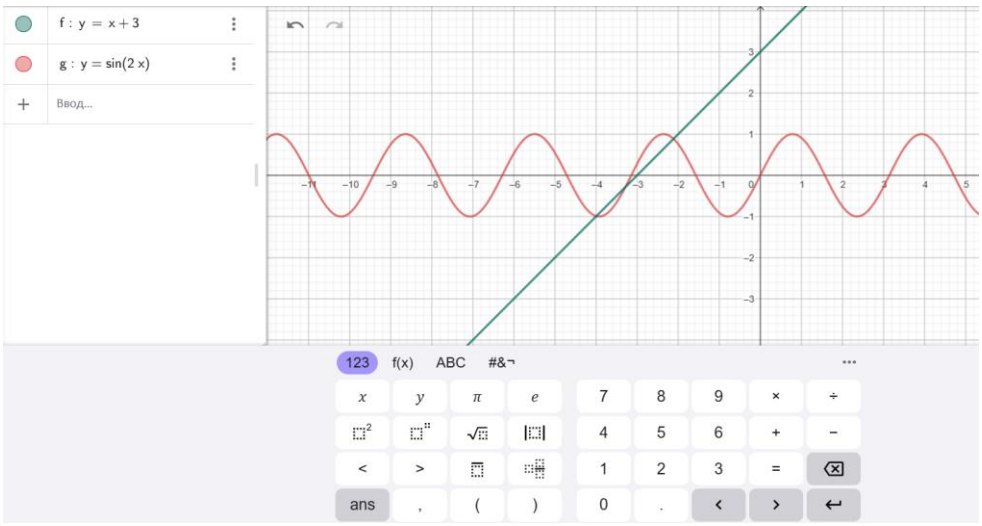


Рисунок 2.8 – Віртуальна клавіатура в GeoGebra

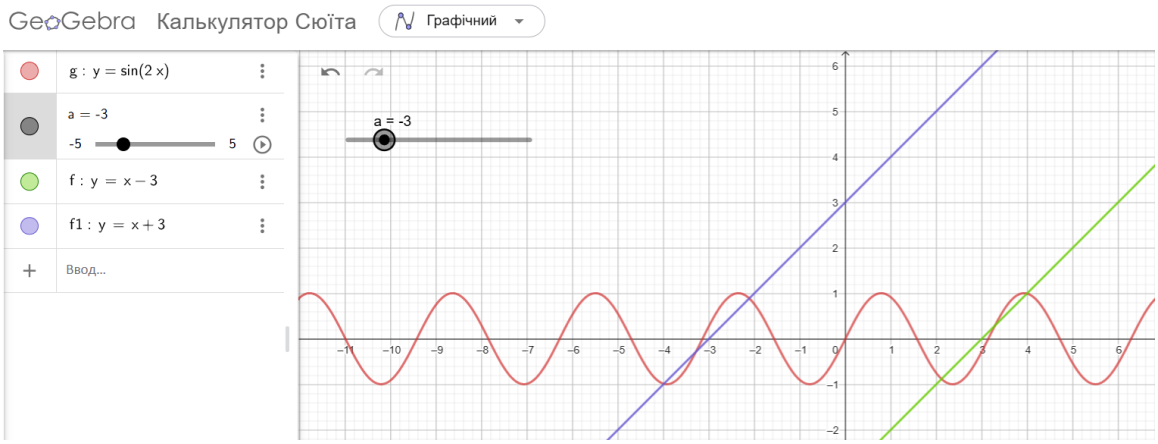


Рисунок 2.9 – Використання бігунка для побудови функції з параметром

Зміна налаштувань полотна – відображення осей і сітки, зміна масштабу тощо (рисунок 2.10).

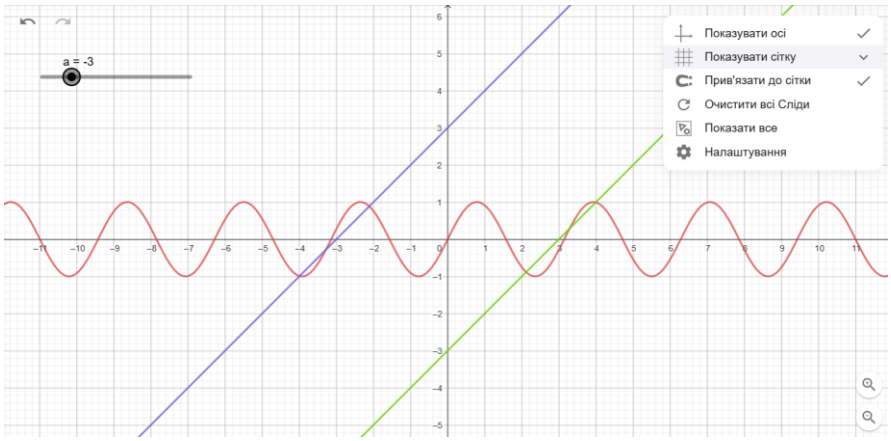


Рисунок 2.10 – Налаштування полотна

Після побудови графіків функцій їх можна аналізувати – знаходити точки перетину, похідні, інтеграли тощо. Використання повзунків дає змогу змінити параметри функцій або фігури в реальному часі (рисунок 2. 11).

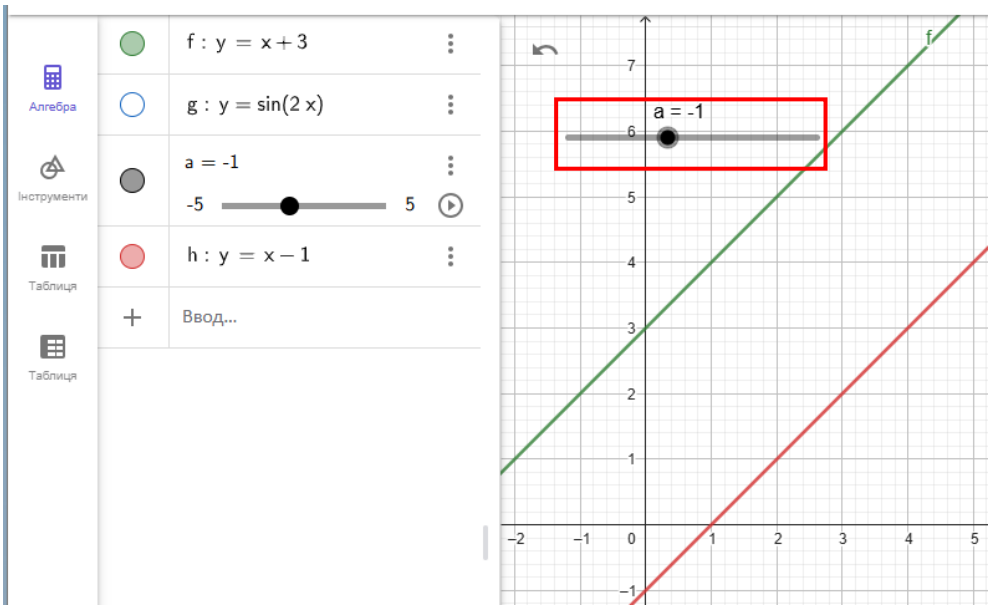


Рисунок 2. 11 – Використання повзунка для демонстрації паралельності лінійних функцій

Також можна створювати анімацію та моделювати математичні явища.

Збереження роботи можливо в особистому акаунті або можна завантажити файл на комп'ютер у форматах .ggb, .pdf, .png. (рисунок 2.12).

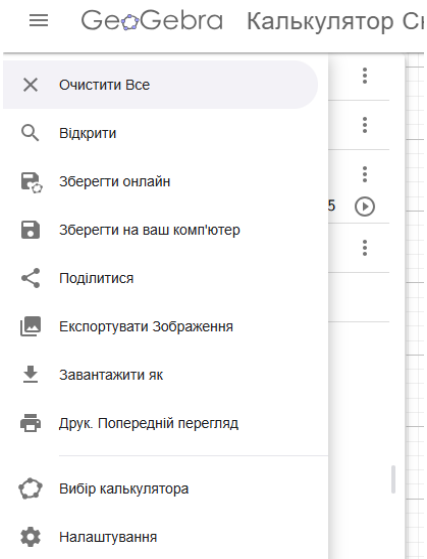


Рисунок 2.12 – Збереження роботи

На представлено Поділитися посиланням на проєкт із іншими користувачами (рисунок 2.13).

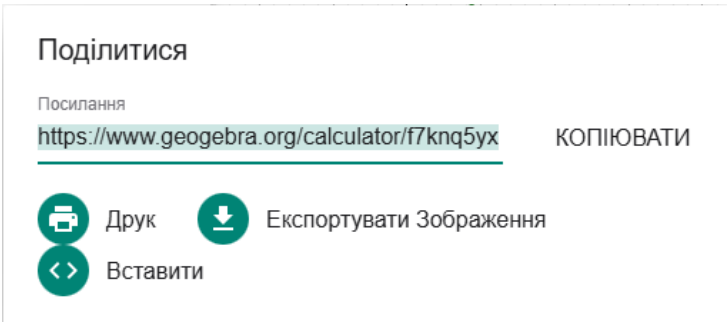


Рисунок 2.13 – Поширення розробки

GeoGebra застосовується для пояснення тем, розв'язування задач і тестування математичних концепцій.

Можна створити інтерактивні матеріали для учнів (рис. 2.1).

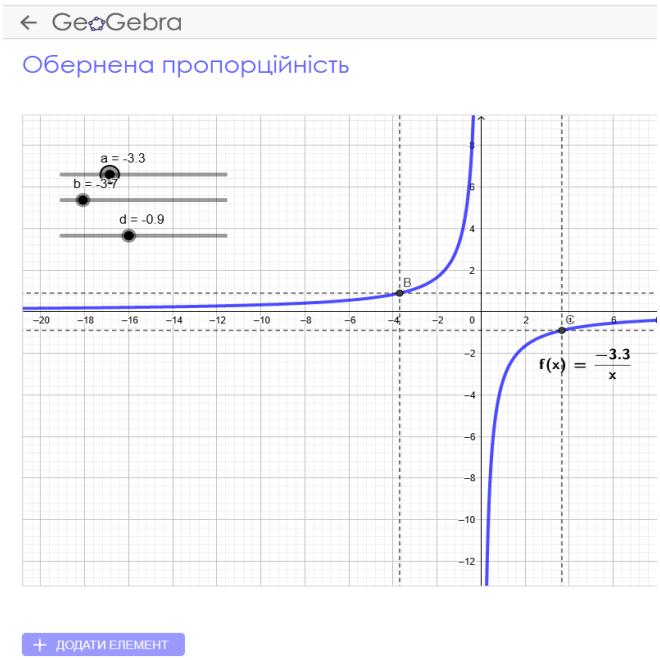


Рис. 2.1. Створення інтерактивності

Приклади використання GeoGebra на уроці математики

1. GeoGebra дозволяє будувати багатокутники з будь-якою кількістю сторін, а учні мають можливість досліджувати властивості різних багатокутників, наприклад, правильних багатокутників (рисунок 2.14).

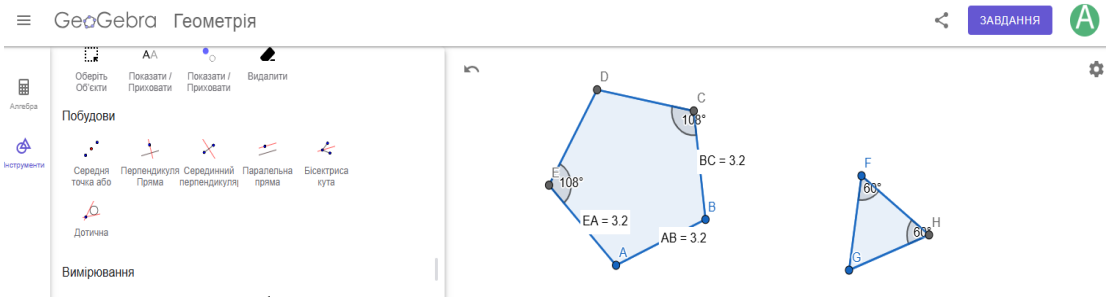


Рисунок 2.14 – Демонстрація розмірів кутів та сторін правильних багатокутників

2. Вимірювання кутів між сторонами фігур, дослідження суму кутів трикутника, чотирикутника тощо (рисунок 2.15).

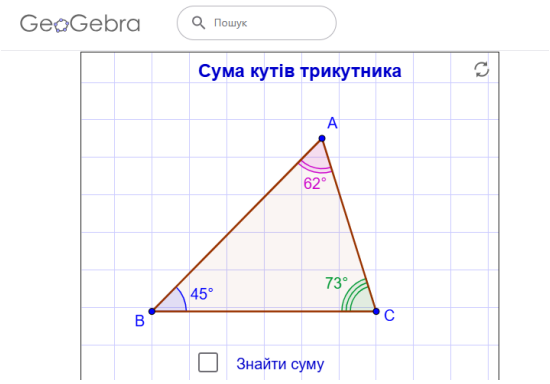


Рисунок 2.15 – Вивчення теми «Сума кутів трикутника»

3. Використання GeoGebra для перевірки своїх розв'язків задач на обчислення площі, периметра, довжини сторін тощо. Обчислення та доведення Теореми Піфагора для трикутника зі сторонами 4 см та 3 см, де утворюється гіпотенуза 5 см (рисунок 2.16).

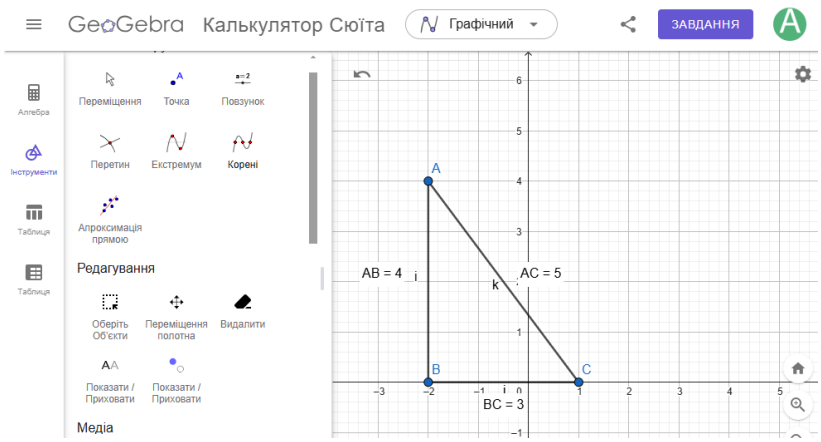


Рисунок 2.16 – Демонстрація Теореми Піфагора

4. Використання GeoGebra для дослідження тригонометричних функцій, побудови графіків синуса, косинуса, тангенса (рисунок 2.17).

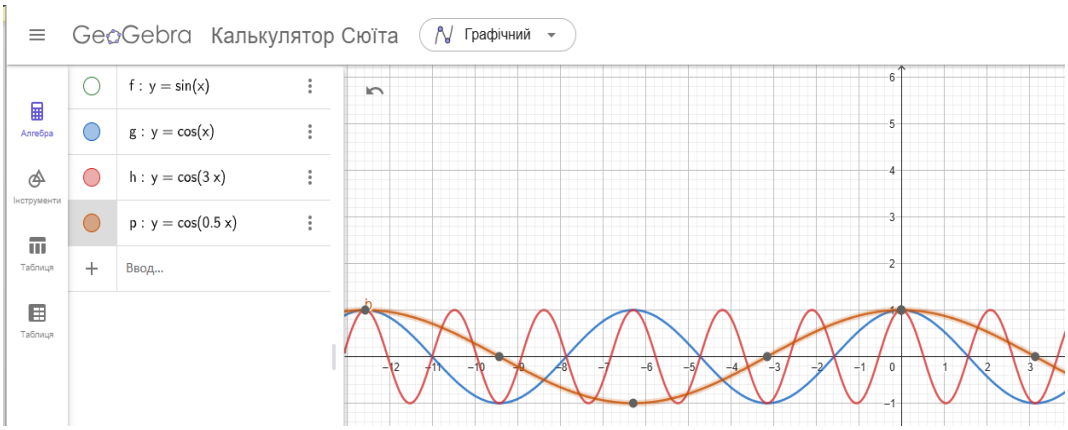


Рисунок 2.17 – Побудова тригонометричних функцій

5. Вивчення змін графіків функцій є важливою темою в алгебрі 9-го класу. Ця тема охоплює різні види перетворень, які можуть бути застосовані до графіка функції, такі як зсув (вгору, вниз, вліво, вправо), стиснення або розтягнення (вздовж осі x або y) та відображення (відносно осі x або y) (рисунок 2.18).

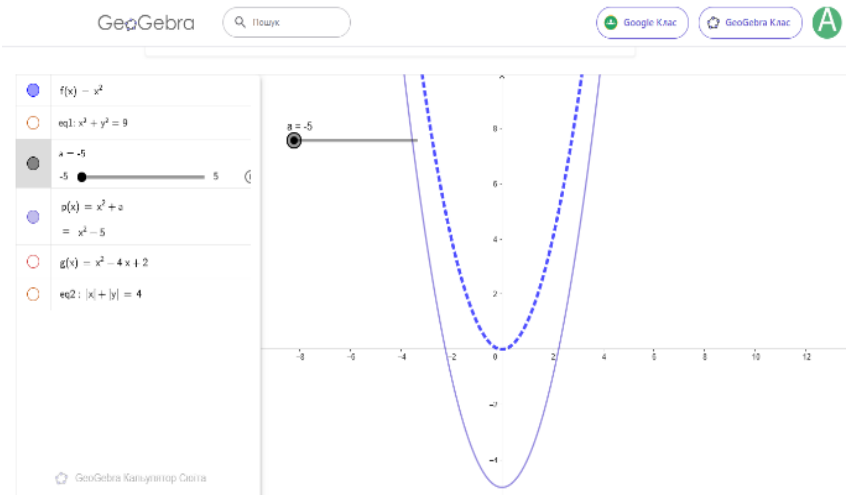


Рисунок 2.18 – Вивчення теми «Перетворення графіків функції»

6. Використання GeoGebra на уроках геометрії в 11 класі для побудови вписаної піраміди у циліндр має значний педагогічний потенціал, оскільки: розвиває просторове мислення, учні мають можливість самостійно візуалізувати складні геометричні об'єкти та їх взаємне розташування, що сприяє кращому розумінню властивостей геометричних тіл. Досліджуючи параметри піраміди та циліндра, учні краще розуміють їх властивості та взаємозв'язок між ними (рисунок 2.19).

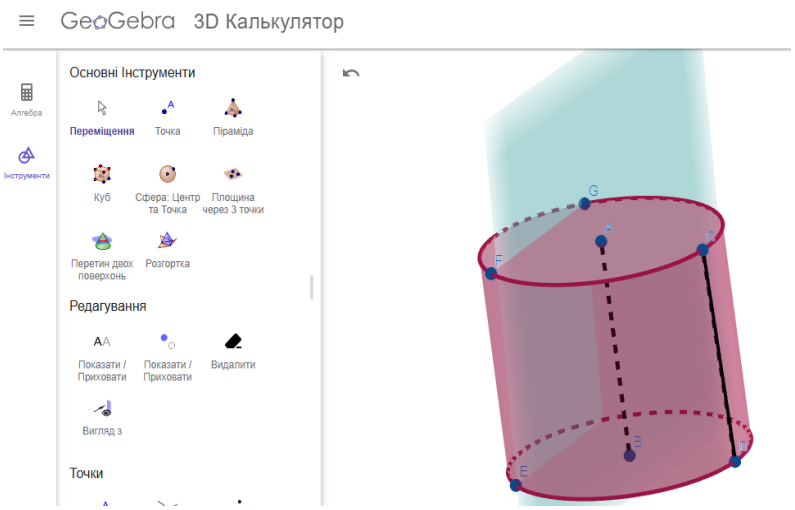


Рисунок 2.19 – Стереометричні побудови в GeoGebra

Даний сервіс дозволяє змоделювати фізичні явища, такі як згасаюче коливання (рисунок 2.20).

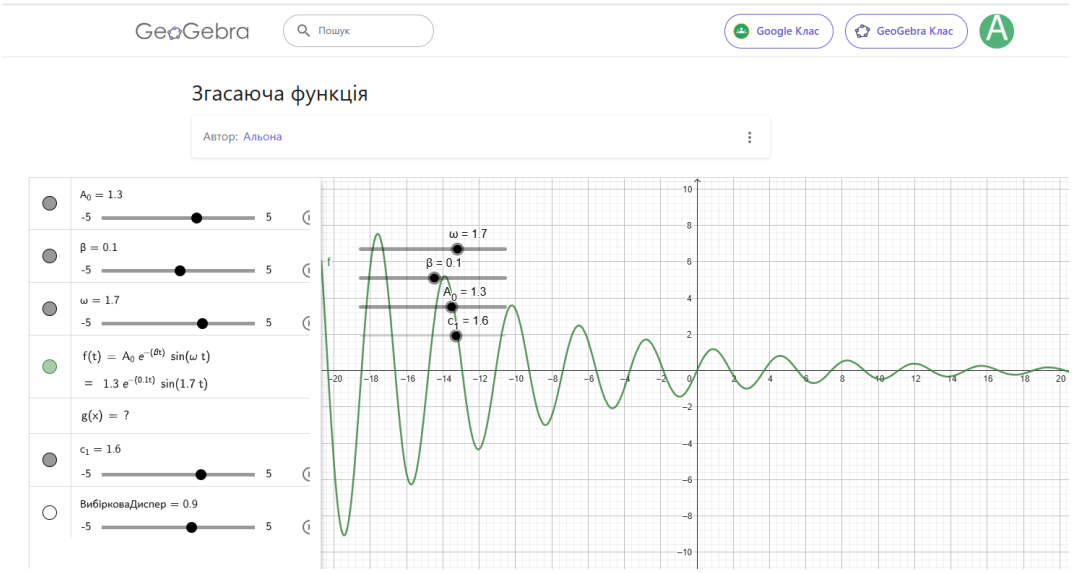


Рисунок 2.20 – Міжпредметні зв'язки GeoGebra та фізики

GeoGebra є ефективним інструментом для викладання математики, що сприяє активному залученню учнів до освітнього процесу. Використання цієї програми допомагає візуалізувати складні поняття, розвивати дослідницькі навички учнів і робити навчання більш інтерактивним.

Розробка уроку «Функція» з елементами дослідження за допомогою PhET, GeoGebra, Desmos

Тема уроку: дослідження властивостей лінійної функції

Клас: 8-10

Тип уроку: дослідницький STEM-урок із використанням цифрових інструментів

Мета уроку: ознайомити учнів із загальним виглядом лінійної функції. Дослідити вплив коефіцієнтів k, k і b у рівнянні $y=kx+b$ на графік функції.

Використовувати математичне моделювання у середовищах PhET, GeoGebra та Desmos. Розвинути навички критичного мислення та цифрової грамотності.

I. Підготовка до уроку

Необхідні ресурси: комп'ютери або планшети з доступом до Інтернету.

Онлайн-симуляції: PhET: «Graphing Lines» GeoGebra, Desmos. Презентація або друковані картки з теоретичним матеріалом. Робочі аркуші для заповнення висновків.

II. Хід уроку

Вступна частина (*5-7 хв.*)

Учитель демонструє реальні приклади використання лінійної функції (наприклад, швидкість руху, витрати на транспорт, залежність температури від висоти).

Запитання до учнів: «Що буде, якщо змінити коефіцієнти у рівнянні $y=kx+b$?»

2. Основна частина (*30-35 хв.)*

Дослідження 1: робота з PhET (10 хв.)

Мета: візуально зрозуміти, як змінюються прямі при зміні коефіцієнтів k і b.

Інструкція:

1. Перейдіть на симуляцію PhET «Graphing Lines».
2. Змінюйте значення k і b, спостерігайте, як змінюється нахил і зміщення графіка.
3. Занотуйте свої висновки у таблицю.

k	b	Як змінюється графік?
Додатне	0	Пряма йде вгору
Від'ємне	0	Пряма йде вниз
0	Додатне	Пряма зміщується вгору
0	Від'ємне	Пряма зміщується вниз

Запитання для обговорення:

Що відбувається, якщо $k=0$?

Що відбувається, якщо b=0?

Дослідження 2: робота з GeoGebra (15 хв.)

Мета: побудувати лінійну функцію та змоделювати реальні ситуації.

Інструкція:

1. Відкрийте GeoGebra.
2. Побудуйте функцію $y=kx+b$.
3. Додайте повзунки для k і b, змінюйте їх та записуйте результати.
4. Використайте отриману модель для розв’язання реальної задачі:

Наприклад, якщо таксі коштує 5 грн за посадку та 2 грн/км, запишіть рівняння вартості поїздки залежно від кілометражу.

Побудуйте графік і визначте, скільки коштуватиме поїздка на 10 км.

Запитання для обговорення:

Як графік змінюється, якщо збільшується швидкість таксі?

Як змінюється графік, якщо таксі дає знижку 10%?

Дослідження 3: робота з Desmos (10 хв.)

Мета: Побудувати власні рівняння та знайти їх перетин.

Інструкція:

1. Відкрийте **Desmos**.
2. Введіть кілька рівнянь лінійної функції (наприклад, y=2x+1 і y=−x+3).
3. Знайдіть точку перетину прямих.
4. Використайте інструмент анімації для візуалізації змін.

Запитання для обговорення:

Як знайти точку перетину двох функцій?

Чи можуть дві прямі не перетинатися?

Заключна частина (10 хв.)

Кожна група презентує свої висновки.

Вчитель підсумовує: *k* визначає нахил прямої; *b* визначає, де пряма перетинає вісь y.

Проведення Kahoot-вікторини або тесту для перевірки знань.

III. Оцінювання

Завдання	Макс. бали
Дослідження у PhET	5
Побудова моделей у GeoGebra	5
Дослідження точок перетину у Desmos	5
Презентація висновків	5
Активність та участь	5
Максимальна оцінка: 25 балів	

IV. Очікувані результати

Учні зрозуміють вплив коефіцієнтів *k* і *b* на графік функції.

Навчаться будувати графіки за допомогою сучасних математичних симуляторів.

Покращать навички математичного моделювання реальних ситуацій.

Підвищать інтерес до математики через інтерактивні технології.

🔔 Дослідницькі завдання

1. Знайти приклади успішних проєктів, які поєднують STEM-технології та диференційоване навчання. Як ці проєкти впливають на навчальні досягнення учнів та їхню мотивацію?
2. Оцінка ефективності використання STEM-технологій для досягнення навчальних цілей.
3. Етичні аспекти пов'язані з використанням STEM-технологій в освіті.

❓ Контрольні запитання

1. Що таке диференційоване викладання і чому воно є важливим у сучасній освіті?
2. Який вплив має інтеграція STEM на освітню мотивацію учнів?
3. Як впровадження STEM-уроків впливає на розвиток критичного мислення і навичок вирішення проблем в учнів?
4. Як технології STEM можуть підтримувати диференційоване викладання?
5. Яким чином можна адаптувати STEM-технології для учнів з особливими освітніми потребами?
6. Які елементи повинні бути включені в урок з елементами STEM?
7. Які методи навчання найбільше підходять для STEM уроків?
8. Як можна оцінити ефективність STEM уроку?
9. Які завдання можливо реалізувати за допомогою GeoGebra?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ІНЖЕНЕРІЯ ТА ДИЗАЙН У STEM

🕮 Теоретичні відомості

Проєктне навчання, інженерія, технології та STEM-освіта створює потужне поєднання для розвитку креативності, критичного мислення та практичних навичок учнів. Коли ми говоримо про інженерні проєкти та робототехніку у рамках STEM-освіти, маємо на увазі надання учням можливості не просто вивчати теорію, а й застосовувати її на практиці, створюючи щось дійсно унікальне.

STEM – це акронім, що походить від перших літер англійських слів: Science (наука), Technology (технології), Engineering (інженерія) та Mathematics (математика). STEM-освіта – становить собою навчальний підхід, який інтегрує ці чотири дисципліни в єдину систему. Ключовою особливістю впровадження STEM-освіти є її міждисциплінарний та проєктний характер. Проєктна діяльність є інноваційним методом навчання, який сприяє розвитку ключових компетентностей 21 століття. При виконанні проєкту учні набувають таких навичок, як робота у команді, розв'язання проблем, прийняття рішень та вміння презентації своїх ідей. Вони стають не пасивними виконавцями вказівок вчителя, а творцями проєкту [32, с. 70].

Повністю погоджуюся з думкою Б. Беседін, О. Смоляков, що «одним з основних завдань сучасної освіти України є надання ґрунтовних знань з математики, і цей напрямок має бути пріоритетним» [10, с. 80].

STEM-проєкти відкривають унікальні можливості для розвитку широкого спектра математичних компетентностей в учнів. Такі проєкти допомагають учням перекладати реальні проблеми на математичну мову, шукати закономірності та робити висновки, при цьому розвивати обчислювальні навички та просторове мислення, що дуже важливо для нової освітньої реформи.

Нова українська школа (НУШ) є масштабною освітньою реформою, яка спрямована на створення сучасної, ефективної та орієнтованої на учня системи освіти. Одним з пріоритетних напрямків цієї реформи є всебічний розвиток математичних компетентностей учнів.

М. Головань дає визначення «математичній компетентності» та зазначає, що «математична компетентність виявляється у розумінні учнем ролі математики у пізнанні дійсності; володінні математичною термінологією, умінні логічно розмірковувати, обґрунтовувати свої дії; умінні користуватися знаковою та графічно поданою інформацією…» [14, с. 38].

У рамках Нової української школи математика перетворюється на потужний інструмент для глибокого розуміння навколишнього світу, а не просто запам'ятовування сукупності формул та алгоритмів. Цей підхід дозволяє учням розвивати критичне мислення, вміння аналізувати інформацію, будувати логічні ланцюжки доказів та робити обґрунтовані висновки. Математичні знання слугують основою для успішного вивчення багатьох інших дисциплін,

від природничих наук до гуманітарних. Крім того, математика сприяє творчому мисленню та пошуку нестандартних рішень. Розв’язуючи математичні задачі, учні розвивають уяву, навчаються бачити різні підходи до розв’язання однієї й тієї ж проблеми, що сприяє формуванню гнучкості мислення та здатності адаптуватися до нових умов, що своєю чергою розвиває їх компетентності.

STEM-компетентності – це сукупність знань, умінь і навичок, які дозволяють учням: розуміти основні принципи природничих наук і математики; застосовувати отримані знання для розв'язання практичних задач; критично мислити та аналізувати інформацію; співпрацювати у команді; бути креативними та інноваційними. А також до компетентностей можна віднести вміння бачити та розв’язувати проблему, та використовувати знання у різних ситуаціях [1, с. 27].

У статті «Розкриття компетентнісного потенціалу математичної освітньої галузі в умовах реалізації стратегії Нової української школи» автори зазначають, що «компетентнісний потенціал математичної освіти залучати широкий спектр навичок і знань, що дозволяють людині ефективно використовувати математику у різних аспектах життя та професійної діяльності», «у компетентнісних завданнях спостерігаємо потребу застосування STEM-підходу, що містить різні аспекти науки, технології, інженерії та математики для розв’язання реальних проблем» та «STEM-орієнтовані компетентнісні завдання можуть сприяти розвитку навичок, що важливі у сучасному світі…» [18, с. 67].

Ю. Матвійчук підкреслює, що STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін повинна зосереджуватися на таких аспектах як «інтеграція, науковість, розвиток, дослідницька та практична спрямованість, пізнавальна активність та комунікативність». У статті також наведено приклад STEM-проєкту «Ремонт класної кімнати», де автором детально розписаний зв'язок між предметами: математика, інформатика, образотворче мистецтво, трудове навчання, мистецтво, екологія [27, с. 149].

У статті Ю. Пахомова зазначено, що «використання такого засобу ІКТ під час вивчення нового матеріалу сприятиме кращому його засвоєнню та формуванню певних практичних навичок, причому його використання проводиться за допомогою телефону, що є перевагою AR» [33, с.44].

STEM-проєкти – гарний спосіб об'єднати теорію з практикою, роблячи навчання цікавим та актуальним. Наприклад, поняття «трикутник» можна досліджувати з погляду: геометрії (властивості, види, обчислення), географії (Бермудский трикутник, географічні регіони), мистецтва (архітектура, музичне та художне мистецтво), історії (історичні факти), хімії (кристали), фізики (моделювання сил), біології (рослини), релігії (християнство), міфології, філософії. Аналогічно, поняття «коло» можна вивчати через історію (еволюція колеса), геометрію (властивості, види, обчислення), фізику (лінзи, рух тіл), астрономію (орбіти планет), біологію (циклічний характер), мистецтво та архітектуру.

Такий міждисциплінарний підхід до вивчення простих геометричних фігур, як трикутник та коло, справді сприяє розвитку широкого спектра компетентностей в учнів.

Розглянемо приклади STEM-проєктів в яких залучені математичні знання:

1. «Створення роботів»: математика – розрахунок розмірів деталей, побудова креслень, розрахунок кутів повороту, траєкторій руху, кутів нахилу, складання алгоритмів руху, розв'язання рівнянь для визначення швидкості, прискорення; фізика – закони руху, механіка; програмування – створення алгоритмів керування роботом;

2. «Розробка мобільних додатків»: математика – складання математичних моделей для розрахунків фінансових, фізичних, розрахунок розміщення елементів інтерфейсу, аналіз даних користувачів для вдосконалення додатка; інформатика – програмування, дизайн інтерфейсу; можливо, інші предмети залежно від тематики додатка;

3. Створення «розумного будинку»: математика – складання формул для розрахунку енергоспоживання, оптимальних температур, проєктування простору, розрахунок розміщення датчиків, розрахунок кутів нахилу сонячних панелей; фізика: електрика, електроніка; інформатика – програмування, створення алгоритмів керування системами «розумного будинку».

Математика трансформується з абстрактної науки в інструмент для розв’язання реальних проблем, дозволяючи учням усвідомлювати практичну користь її вивчення, шукати нестандартні рішення та підходи, а STEM-проєкти готують їх до роботи у сучасному технологічному світі.

Т. Насадюк зазначає, що кожен проєкт має мати «чіткий алгоритм, де кожен етап розкриває певний аспект досліджуваної проблеми, в ході якої має розкриватися хоча б один із STEM-предметів» [31, с. 153].

Алгоритм реалізації STEM-проєкту включає такі етапи:

- визначення теми та мети (учні разом генерують ідеї та формулюють чітку мету дослідження, яка визначає ключові аспекти теми та кінцевий результат);
- планування (розподіл завдань, визначення необхідних матеріалів та обладнання, встановлення термінів виконання для ефективної реалізації проєкту);
- реалізація (збір інформації з різних джерел, проведення експериментів та створення презентацій для демонстрації результатів);
- оцінювання (презентація результатів, участь у дискусії, самооцінка та взаємооцінка, підсумкове оцінювання проєкту вчителем).

Наведений алгоритм ілюструє схема (рисунок 3.1), яка може бути використана вчителями для організації STEM-проєктів у класі, а учнями – як опорна схема для самостійного планування та виконання проєктів.

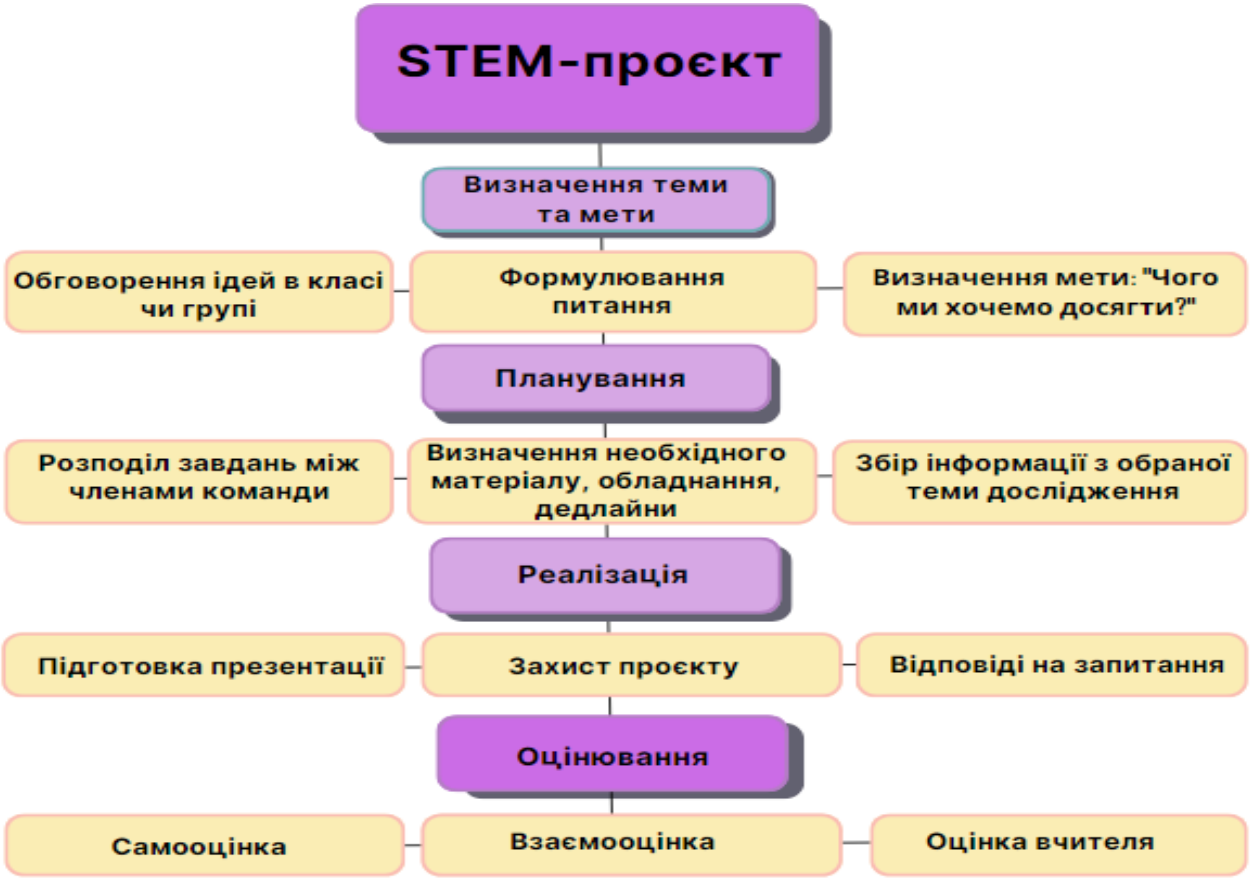


Рисунок 3.1 – Схема реалізації STEM-проєкту

Автори Н. Махровська, Г. Погромська, Е. Рогожинська у своїй статті описують «основні аспекти компетентнісного потенціалу математичної освітньої галузі», що включають формування наскрізних вмінь, таких як логічне обґрунтування позиції, системне та критичне мислення, уміння співпрацювати в команді і розвиток творчих навичок [28, с. 66].

Як зазначає О. Марченко «різноманіття напрямів проєкту дозволить його учасникам не лише усвідомити практичну значущість законів і методів математики для створення мистецьких об’єктів…» [26, с. 64].

Розглянемо STEM-проєкт «Математика у мистецтві та архітектурі» для учнів з 5-11 класів, як нестандартний підхід до розвитку творчих здібностей:

– для учнів 5-6 класів може включати: збір інформації про використання геометричних фігур в архітектурі, мистецтві та українських народних орнаментах; створення власних малюнків та орнаментів з використанням різноманітних геометричних фігур; збирання моделей геометричних тіл з паперу; створення 2D моделі за допомогою 3D ручки, створення колажу або презентації;
– для учнів 7-9 класів робота над проєктом «Математика у мистецтві та архітектурі» складається з: дослідження архітектурних споруд, створення власного проєкту будівлі або дизайну інтер'єру, розроблення проєкту ландшафтного дизайну, використовуючи геометричні принципи симетрії, пропорцій, перспективи, збирання моделей архітектурних споруд з використанням геометричних тіл;

вивчення картин відомих художників з погляду використання математичних принципів (перспектива, пропорції, золотий переріз) та створення власних картин, використовуючи математичні концепції;

– для учнів 10-11 класів: вивчення математичних основ архітектурних стилів, створення складних архітектурних проєктів з використанням комп'ютерних програм (AutoCAD, SketchUp), використання математичних методів для аналізу архітектурних споруд (обчислення площ, об'ємів, навантажень).

Впровадження «Математика у мистецтві та архітектурі» надає можливість розкрити важливість геометричних фігур у різних науках.

Різноманітні завдання у проєкті допоможуть учням усвідомити тісний зв'язок між математикою та науками, які відіграють важливу роль формування критичного мислення та цілісного уявлення про досліджуване явище [22, с. 53].

Важливо розуміти, що наука – це процес, що постійно розвивається. Нові відкриття та дослідження можуть призвести до зміни наших уявлень про світ. Тому співвідношення результатів STEM-проєктів з чинними теоріями є динамічним процесом, який стимулює подальші дослідження та розвиток наукового пізнання, а для деяких учнів розкриття здібностей для майбутньої професії.

Інтердисциплінарні дослідження на перетині природничих наук та технологій свідчать про емерджентність нових професій, які сьогодні важко спрогнозувати. Математика як фундаментальна дисципліна є ключовою для багатьох новітніх професій, особливо в технологічному секторі. Отже, розвиток математичної освіти молодого покоління є стратегічно важливим для забезпечення конкурентоспроможності майбутніх кадрів.

STEM-проєкти відіграють важливу роль у розвитку математичних компетентностей учнів Нової української школи. Інтеграція математики в практичні проєкти сприяє підвищенню мотивації до навчання, розвитку критичного мислення та практичного застосування математичних знань.

Українські вчителі розробили інноваційний інструмент для STEM-освіти – інтерактивні картки з доповненою реальністю та мобільний додаток BeeFree. Цей комплект дозволяє учням познайомитися з людьми, які успішно працюють у нетрадиційних для своєї статі професіях. За допомогою смартфона учні можуть побачити відео про цих людей та дізнатися більше про їхню роботу. Це чудовий спосіб розвивати критичне мислення, креативність та руйнувати гендерні стереотипи [33].

Лабораторна робота №5. Інженерія та технології в STEM. Інженерні проєкти. Робототехніка

Мета: навчитися розробляти та реалізовувати власні інженерні проєкти, застосовуючи знання з різних наукових дисциплін.

Завдання:

Спроєктувати транспортну систему, яка ефективно організовує рух у місті, з мінімізацією заторів та забруднення, або будинок, в якому освітлення і вентиляція працюють автоматично на основі умов навколишнього середовища.

Методичні рекомендації

Завантажте та встановіть LEGO Digital Designer з офіційного сайту, якщо ще не встановлено (рисунок 3.2).

Рисунок 3.2 – Стартова сторінка LEGO Digital Designer

Ознайомтеся з інтерфейсом програми, включаючи панелі інструментів, палітру LEGO елементів і робоче поле (рисунок 3.3).

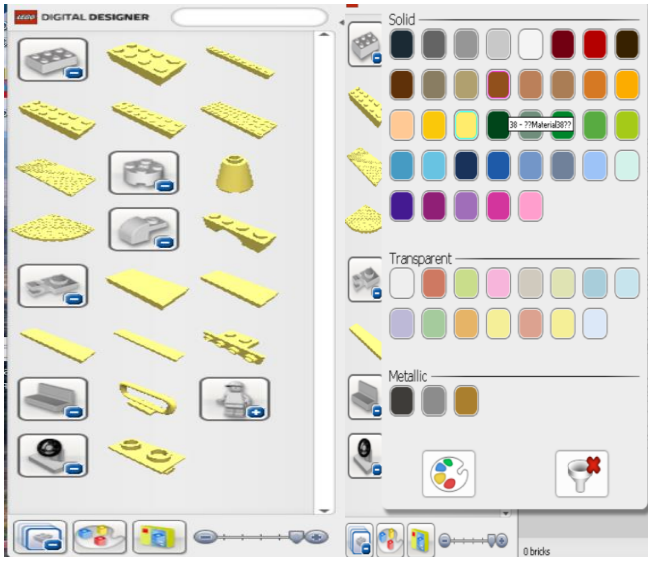


Рисунок 3.3 – Інструменти LEGO Digital Designer

Встановлення основних параметрів будинку: розміри, кількість кімнат, стиль. Намалюйте простий ескіз або план вашого будинку на папері для орієнтування в процесі моделювання.

Опція «New» обирається для створення нового проєкту: масштаб і орієнтацію вашого проєкту (наприклад, зміна одиниць вимірювання) (рисунок 3.4).

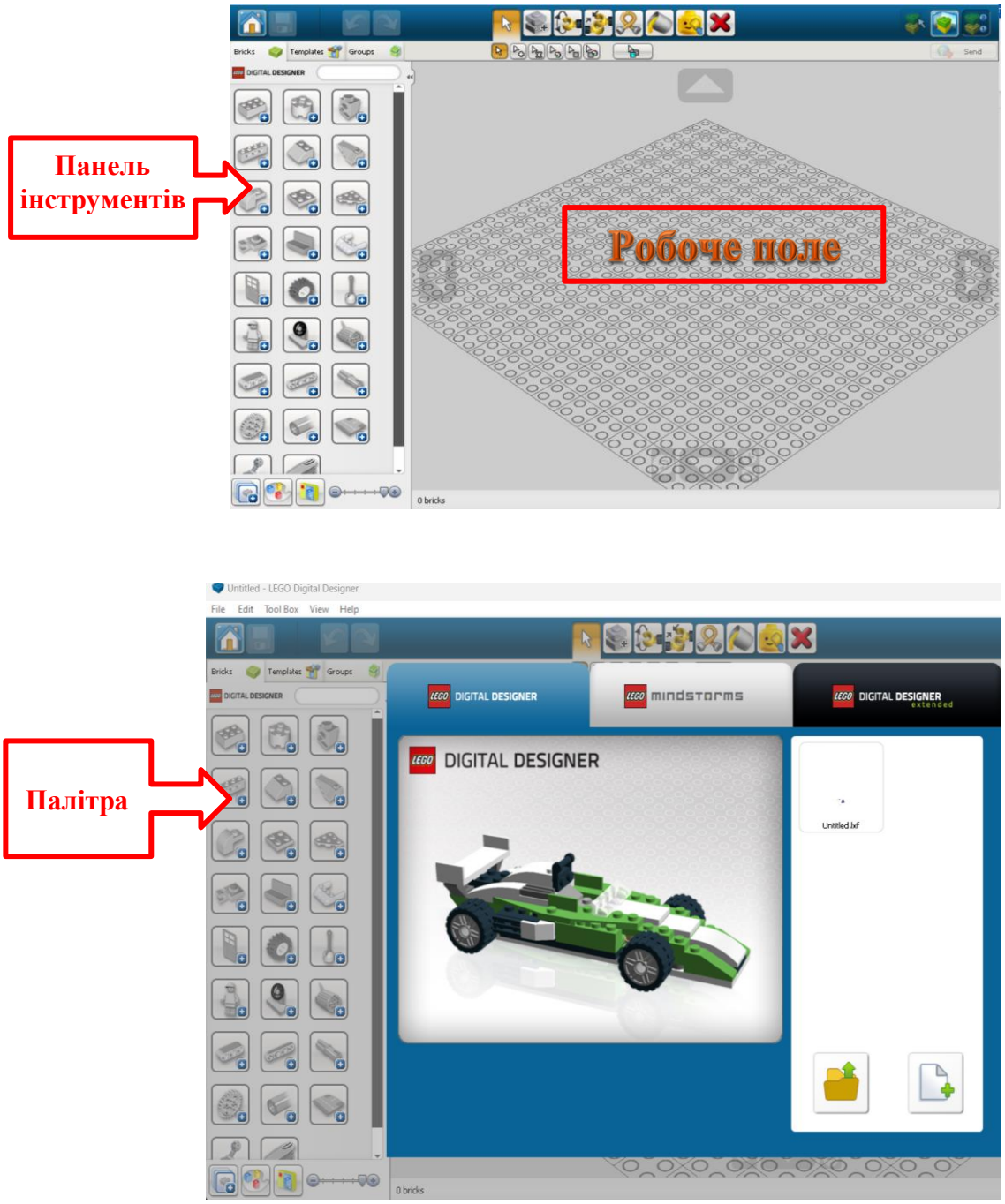


Рисунок 3.4 – Сторінка роботи над проєктом

Інструмент «Select» для вибору основних блоків (наприклад, плити 8x8 або 10x10) для створення підлоги (рисунок 3.5).

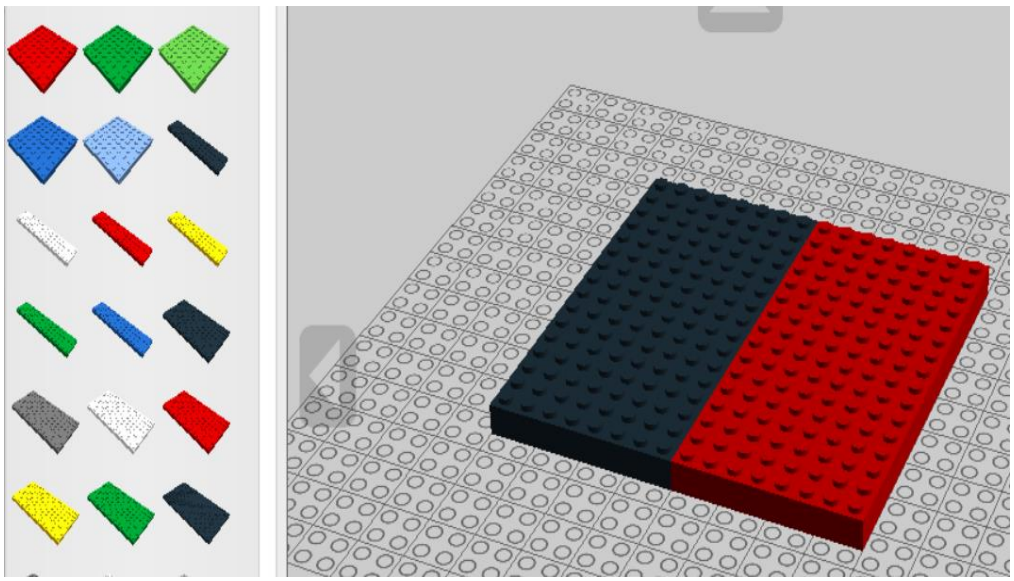


Рисунок 3.5 – Робота над проєктом

Різні блоки розміщаються в робочому полі для створення основи будинку:

– інструмент «Build» застосовується для вибору і розміщення стінових блоків – стіни по периметру основи, різні кольори для кращого візуального ефекту;
– елементи дверей і вікон обираються з палітри LEGO-елементів, розміщують їх у відповідних місцях на стінах будинку (рисунок 3.6);

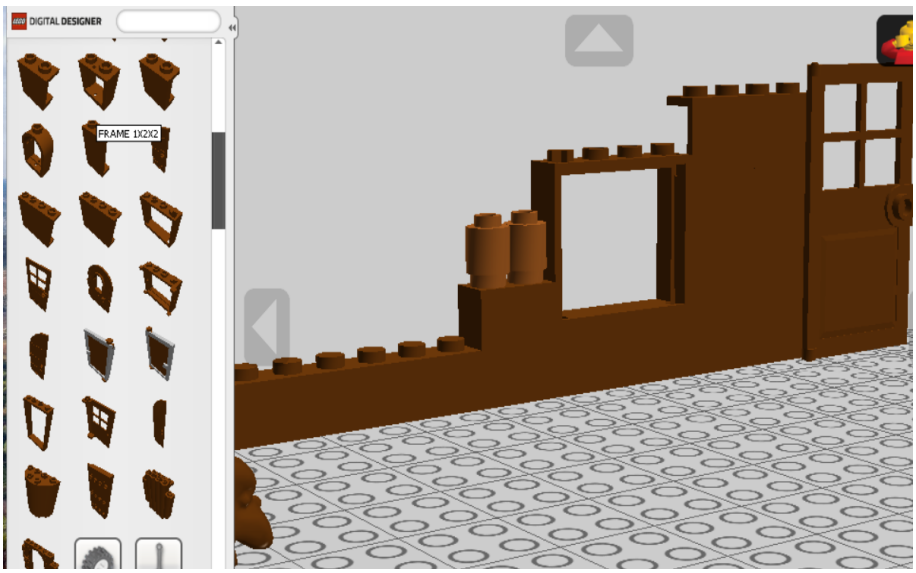


Рисунок 3.6 – Робота над проєктом

– різні блоки застосовують для створення даху, такі як скошені плити або спеціальні елементи даху (рисунок 3.7);

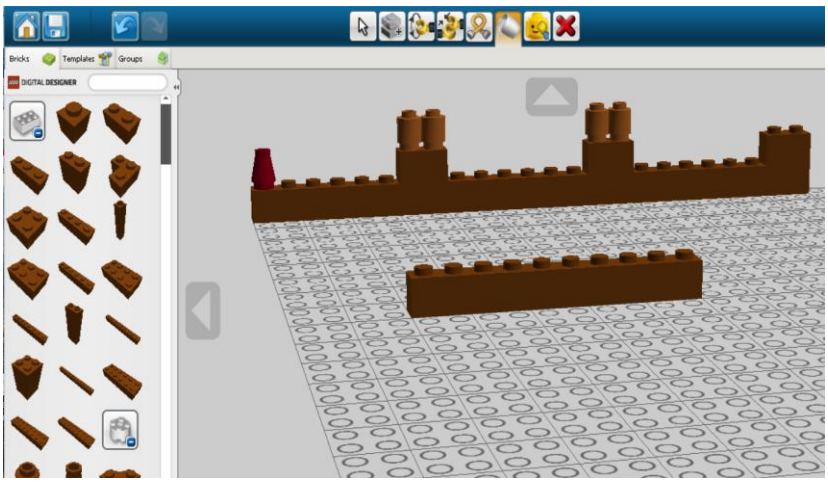


Рисунок 3.7 – Елементи даху

– можна додати внутрішні елементи, такі як меблі, сходи або інші деталі – обираються відповідні елементи в палітрі LEGO (рисунок 3.8);

Рисунок 3.8 – Елементи оздоблення

– всі частини будинку мають бути правильно поєднані і виглядати так, як заплановано, також додаються головні герої, внести необхідні корективи, якщо є проблеми з компонуванням елементів (рисунок 3.9);

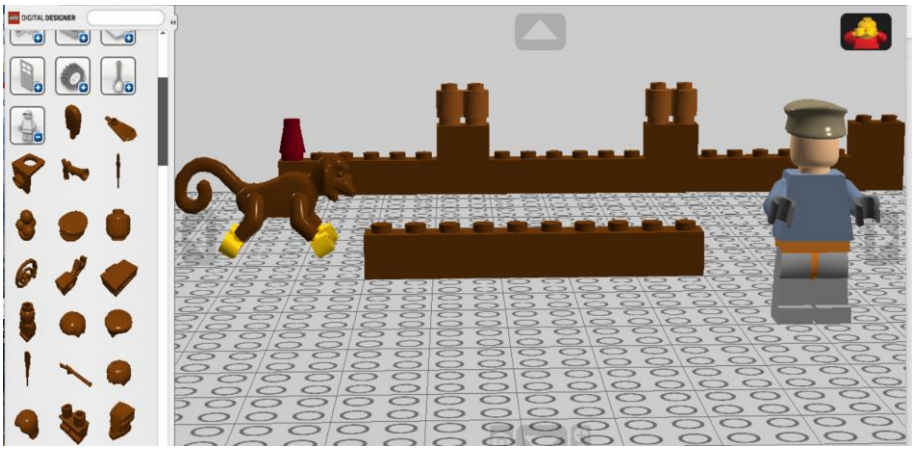


Рисунок 3.9 – Додавання героїв

– зберегти модель, використовуючи опцію меню «Save», ввести відповідне ім’я файлу та місце для збереження, експортувати проєкт у формат, який підтримує інші програми або платформи (наприклад, для друку чи подальшого використання в інших додатках);
– оцінити проєкт та обговорити його з іншими, отримати зворотний зв'язок про дизайнерські рішення і можливі вдосконалення (рисунок 3.10);
– підготувати презентацію проєкту, можна скористатися скриншотами моделі або демонструвати проєкт безпосередньо в LEGO Digital Designer.

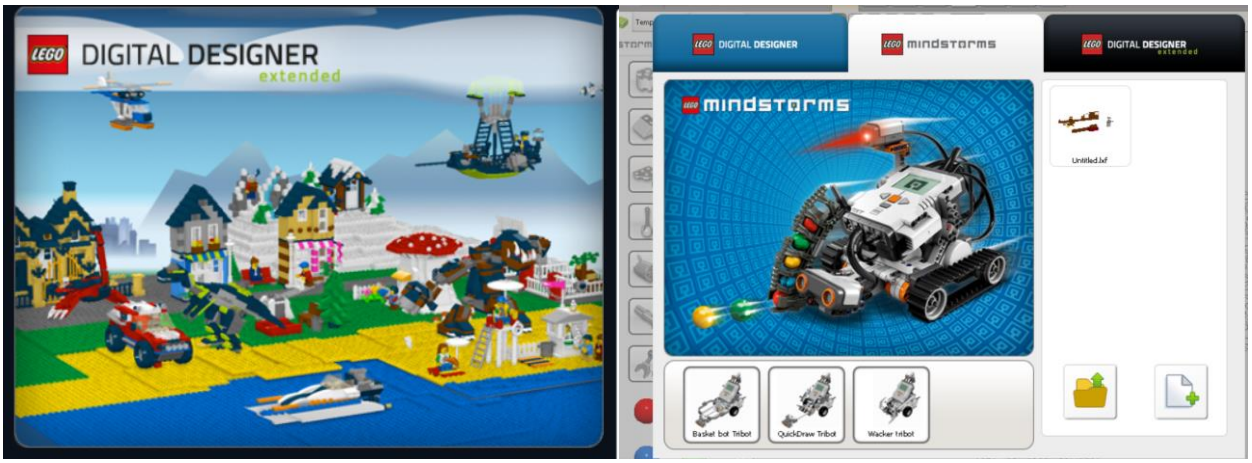


Рисунок 3.10 – Моделі проєкту

Рекомендується попрактикуватися з різними інструментами LDD перед початком основного проєкту.

Завдання з математики з використанням LEGO:

1. Дроби з LEGO (5–7 класи)

Використання деталей LEGO різного розміру, пояснити поняття дробів.

Побудуйте смужку з 8 цеглинок одного кольору. Це буде ціле (1).

Використовуйте цеглинки по 4, 2 або 1, щоб показати 1/2, 1/4, 1/8.

Порівняйте дроби, додайте або віднімайте їх.

2. Периметр і площа (6–9 класи)

Створіть різні фігури з LEGO (прямокутник, квадрат, трикутник) і обчисліть їхню площу та периметр.

Кожна цеглинка – це умовна одиниця площі (наприклад, 1 см²).

Виміряйте довжину та ширину фігур.

Обчисліть площу за формулою ($S = a \times b$) або для трикутника ($S = ½ \times a \times h$).

3. Пропорції та масштабування (7–10 класи)

Відтворіть реальний об'єкт у меншому масштабі за допомогою LEGO.

Визначте реальні розміри об’єкта (наприклад, будинку або автомобіля).

Виберіть масштаб (наприклад, 1:10).

Переведіть розміри об’єкта у масштаб та побудуйте його.

4. Статистика та ймовірність (8–11 класи)

Провести експеримент з випадковим витягуванням цеглинок LEGO.

Заповніть коробку цеглинками різних кольорів.

Витягніть 20 разів по одній цеглинці та запишіть результати.

Обчисліть ймовірність витягування кожного кольору.

Порівняйте теоретичну та експериментальну ймовірність.

5. Відсотки та відношення (5–8 класи)

Використовуючи набір LEGO, пояснити поняття відсотків і співвідношень.

Візьміть 100 цеглинок LEGO різних кольорів (наприклад, 40 червоних, 30 синіх, 20 жовтих і 10 зелених).

Обчисліть, який відсоток від загальної кількості становить кожен колір.

Перетворіть співвідношення в десятковий дріб і дріб у відсотковій формі.

6. Побудова графіків (6–10 класи)

Використовуйте LEGO для створення лінійних графіків.

Зберіть дані (наприклад, кількість різних цеглинок у наборі).

Використовуючи цеглинки різної висоти, візуалізуйте ці дані у вигляді графіка.

Порівняйте дані між двома групами або періодами часу.

7. Об’єм і площа поверхні (8–11 класи)

Побудуйте з LEGO різні тривимірні фігури (куб, паралелепіпед, піраміду, циліндр).

Обчисліть їхній об’єм і площу поверхні, враховуючи розміри цеглинок.

Порівняти об’єми різних фігур.

Лабораторна робота №6. Реалізація STEM-уроку за допомогою лепбуку

Мета: навчитися створювати інноваційний метод навчання – лепбук для проведення STEM-уроків

Завдання:

Створити лепбук для STEM-уроку.

Методичні рекомендації

Лепбук (lapbook) – це інтерактивний тематичний мініпроєкт, що поєднує в собі різні завдання, які учні виконують власноруч. Він допомагає організувати та систематизувати знання.

«Технології майбутнього»

Мета: ознайомити учнів з сучасними та майбутніми технологіями.

Розвивати креативне мислення, вміння працювати з інформацією та графічними матеріалами. Закріпити навички з інформатики через інтеграцію з іншими STEM-дисциплінами (наука, технології, інженерія, математика).

Структура лепбука «Технології майбутнього»

Вступна частина (титульна сторінка)

Розробити титульну сторінку лепбука. На ній повинна бути назва проєкту, ваше ім'я та клас. Додайте малюнок або фотографію, що символізує технології майбутнього.

Розділ 1 «Інтернет речей (IoT)»

Підготувати коротку презентацію про Інтернет речей. Намалюйте або знайдіть ілюстрацію, що показує приклади IoT-пристроїв у повсякденному житті.

Розділ 2 «Штучний інтелект (AI)»

Створити мінікомікс про робота зі штучним інтелектом, що допомагає людям у різних сферах життя. Описати, як штучний інтелект може змінити наше майбутнє.

Розділ 3 «Віртуальна та доповнена реальність (VR/AR)»

Підготуйте опис технологій VR та AR, поясніть різницю між ними. Зробіть вкладку з 3D-моделлюванням або схему, що демонструє можливості VR або AR у навчанні.

Розділ 4 «Робототехніка»

Розробити макет простого математичного об'єкта. Написати короткий опис.

Розділ 5 «Зелена енергетика»

Дослідити сучасні рішення у сфері відновлювальних джерел енергії (сонячні батареї, вітрові турбіни тощо). Зробити вкладку з описом і схемою одного з таких рішень.

Розділ 6 «Кібербезпека»

Підготувати короткий текст про важливість кібербезпеки у сучасному світі. Додати приклади загроз та способи захисту даних.

Заключна частина

Написати свої висновки: як технології вплинуть на наше майбутнє. Створити графічний елемент (наприклад, діаграму або інфографіку), що показує, як технології змінюють різні сфери життя.

Створення лепбука «Програми та інструменти для створення простих зображень» за допомогою Microsoft PowerPoint

Послідовність дій:

- відкрите Microsoft PowerPoint на вашому комп’ютері;
- створіть нову презентацію «Файл» → «Новий» → «Пустий слайд» або скористатися шаблоном (рисунок 3.11);

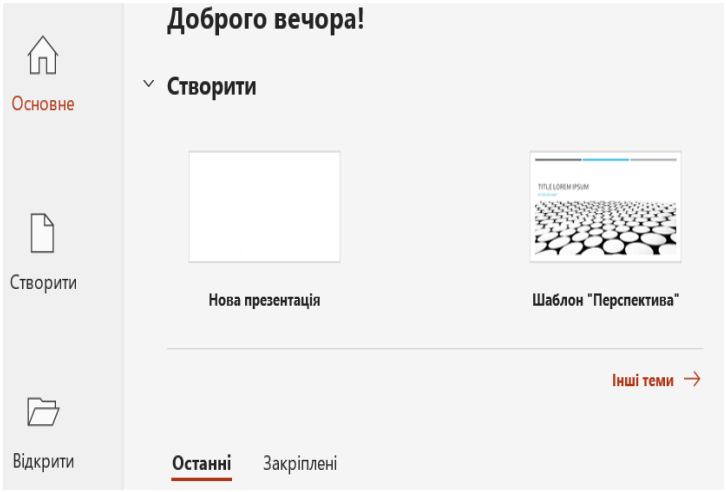


Рисунок 3.11 – Створення презентації

– перейти на вкладку «Дизайн» і обрати розмір слайда, який найбільше підходить – для лепбука зручніше використовувати формат А4 або квадратний формат (можна налаштувати через «Дизайн» → «Розмір слайда» → «Налаштувати розмір слайда») (рисунок 3.12);

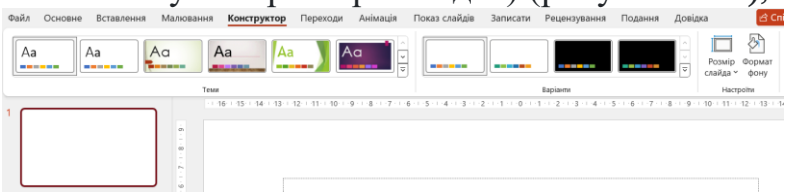


Рисунок 3.12 – Налаштування розмірів та дизайну слайда

– створити перший слайд як титульну сторінку, додати заголовок (наприклад, «STEM-урок. Лепбук» або «Програми та інструменти для створення простих зображень») і зображення або ілюстрацію, що відображають тему (рисунок 3.13);

Рисунок 3.13 – Титульна сторінка лепбука

– додати нові слайди для кожної вкладки або розділу лепбука – «Головна» → «Новий слайд» і обрати макет, що відповідає вашому дизайну (рисунок 3.14).

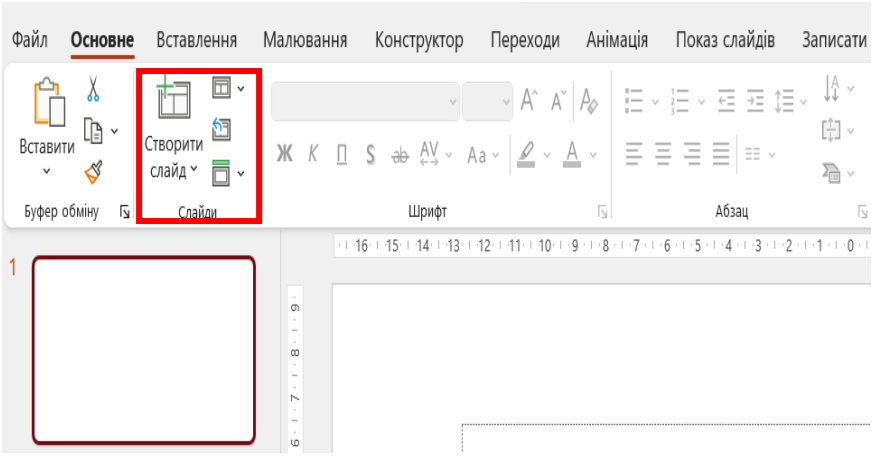


Рисунок 3.14 – Створення нових слайдів для розділів

– на кожному слайді додається заголовок, який відповідає розділу або вкладці (наприклад, «Основи робототехніки», «Програми для створення простих зображень») (рисунок 3.15);

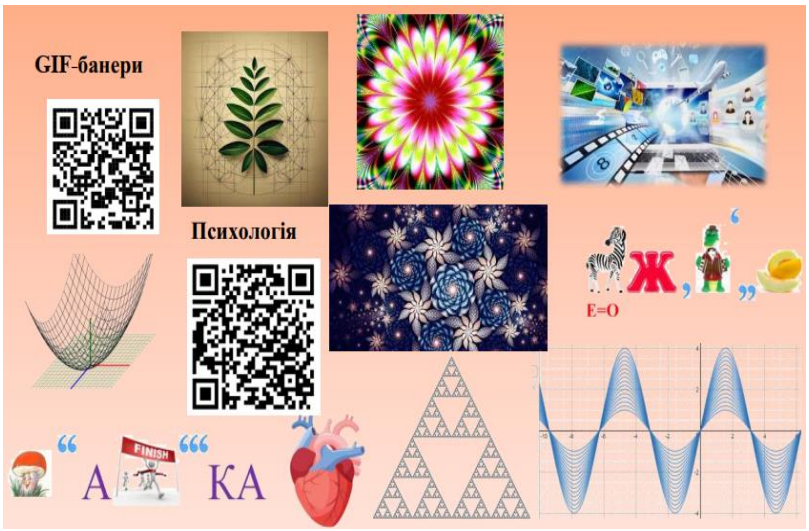


Рисунок 3.15 – Наповнення наступного розділу

– на кожному слайді додаються текстові блоки, що містять важливу інформацію, використовується простий шрифт і форматування для зручності читання;
– додавати зображення, діаграми, схеми або ілюстрації, що допоможуть візуалізувати інформацію – «Вставка» → «Зображення» або «Вставка» → «Діаграма» (рисунок 3.16);

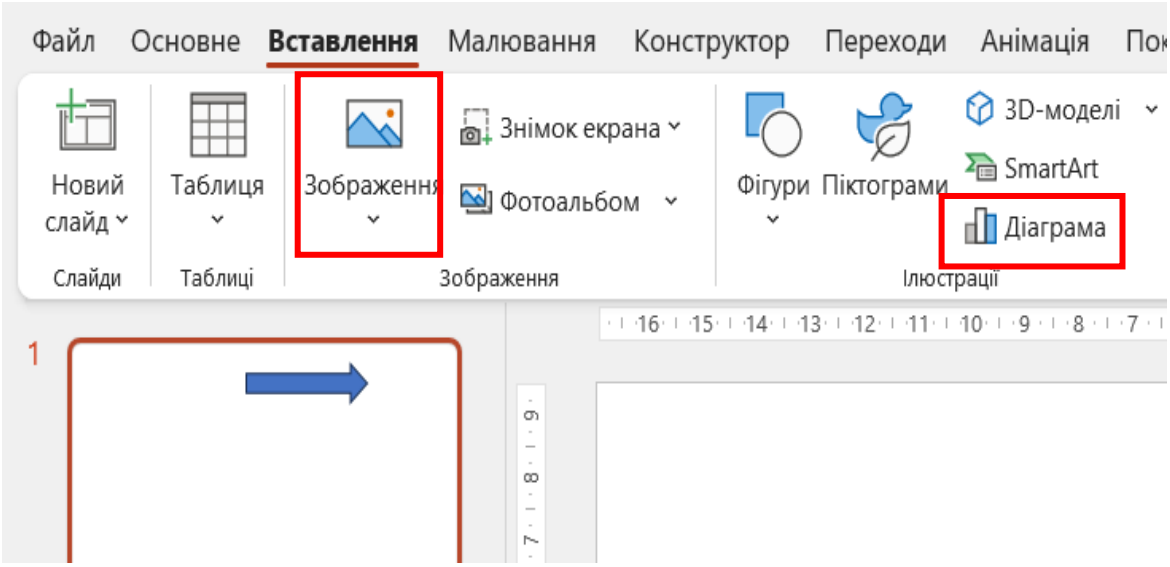


Рисунок 3.16 – Додавання зображення, діаграми

– для створення інтерактивних вкладок застосовуються гіперпосилання або QR-коди, наприклад, створіть кнопку «Далі» або «Назад» для навігації між слайдами. Для цього обирається об’єкт (текст або зображення), «Вставка» → «Гіперпосилання» та обирається слайд, на який потрібно перейти (рисунок 3.17);

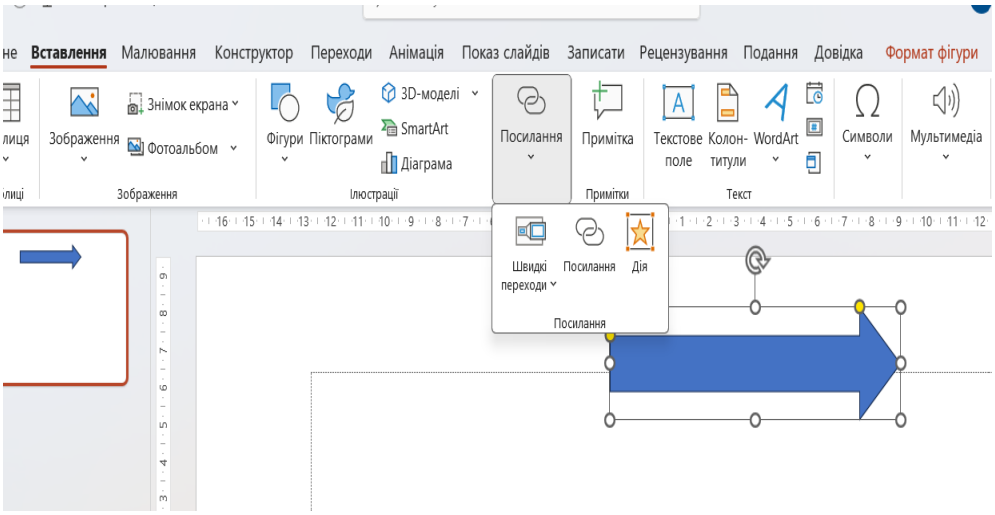


Рисунок 3.17 – Налаштування переходу між слайдами

– переглянуте презентацію, щоб перевірити, чи працюють усі гіперпосилання і чи зручно користуватися лепбуком;
– додати фонові зображення, кольорові схеми та інші елементи оформлення для покращення вигляду лепбука, для чого скористатися стрічкою «Дизайн» для налаштування шаблонів та фонів;
– продумати форму закріплення вивченого матеріалу на останньому слайді (рисунок 3.18);

Рисунок 3.18 – Слайд закріплення матеріалу

– зберегти лепбук як файл PowerPoint (.pptx) для подальшого редагування, також обирається формат файлу .pdf для того щоб поділитися лепбуком: «Файл» → «Експортувати» → «Створити PDF/XPS документ» (рисунок 3.19).

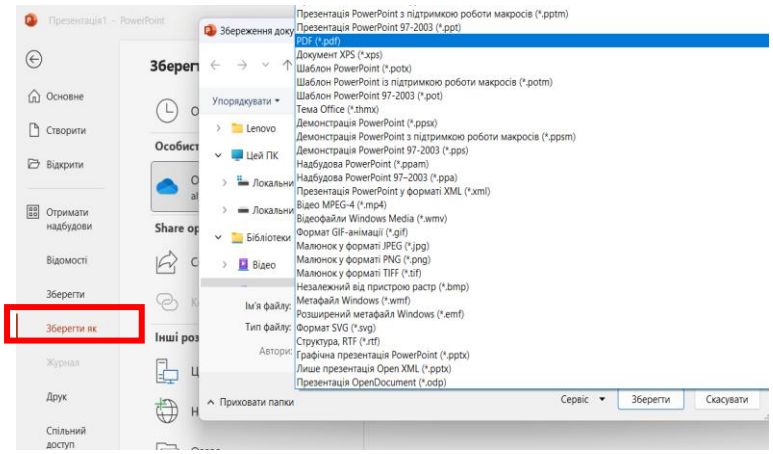


Рисунок 3.19 – Збереження документа

Якщо необхідно фізичний варіант лепбука, роздрукуйте його з PDF-файлу або безпосередньо з PowerPoint, обравши «Файл» → «Друк».

Рисунок 3.20 – Розроблений лепбук

🔔 Дослідницькі завдання

1. Запропонувати рішення з використання LEGO Digital Designer для моделювання інженерних проєктів у STEM-освіті. Які складнощі можуть виникнути при використанні LEGO Digital Designer для моделювання складних інженерних конструкцій, і як їх можна подолати?
2. Адаптувати структуру і зміст лепбука для різних вікових груп або рівнів знань у STEM-уроках.
3. Визначити переваги та недоліки використання лепбука на STEM-уроках в порівнянні з іншими формами навчальних матеріалів (презентаціями, друкованими посібниками).

🔷 Контрольні запитання

1. Які основні інструменти й функції LEGO Digital Designer використовуються для моделювання робототехнічних конструкцій?
2. Які типи конструкцій можна створити за допомогою LEGO Digital Designer, і як ці конструкції можуть бути використані у STEM-уроках?
3. Які кроки необхідно виконати для створення і віртуального тестування робототехнічного проєкту в LEGO Digital Designer?
4. Як можна інтегрувати LEGO Digital Designer у міждисциплінарні STEM-проєкти?
5. Що таке лепбук, і як він може бути використаний для реалізації STEM-уроку?
6. Які ключові етапи створення лепбука для STEM-уроку?
7. Як можна використовувати гіперпосилання і кнопки у лепбуці для покращення інтерактивності?
8. Які інструменти PowerPoint можна використовувати для створення інтерактивних елементів у лепбуці?
9. Як правильно планувати структуру лепбука для STEM-уроку?
10. Які переваги має використання лепбука у порівнянні з традиційними навчальними матеріалами для STEM-уроків?
11. Які проблеми можуть виникнути при створенні лепбука у PowerPoint та як їх уникнути?
12. Як забезпечити, щоб інформація в лепбуку була актуальною і достовірною?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ STEM ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕЙМІФІКАЦІЇ

📖 Теоретичні відомості

Імерсивні технології, такі як віртуальна та доповнена реальність, революціонізують освітній процес. За допомогою смартфонів, планшетів та спеціальних пристроїв учні можуть взаємодіяти з тривимірними об'єктами та середовищами, що робить навчання більш інтерактивним і наближеним до реального життя. Ці технології доповнюють традиційні методи навчання і відкривають нові можливості для розвитку креативного мислення та навичок розв'язання проблем.

Імерсивні технології дозволяють створювати гібридні реальності, які поєднують у собі елементи фізичного та віртуального світу. Завдяки цьому користувачі можуть отримувати нові враження та досвід, взаємодіючи з цифровими об'єктами у реальному часі.

Імерсивні технології відкривають перед учнями нові можливості для навчання. Завдяки віртуальним лабораторіям, таким як Labster, вони можуть проводити експерименти, які були б неможливі у реальних умовах. Наприклад, у грі InMind2 учні можуть вивчати вплив хімії на організм людини на молекулярному рівні. Такий інтерактивний підхід сприяє розвитку критичного мислення та творчих здібностей.

Імерсивні технології демонструють високий потенціал для трансформації освітнього процесу. Однак, для їхнього ефективного використання необхідні не тільки технічні засоби, але й відповідна педагогічна підготовка та організаційні умови.

Сучасні цифрові інструменти, такі як Rumii, EngageVR та інші, дозволяють організовувати різноманітні заходи у віртуальній реальності: від тренінгів і лекцій до квестів та конференцій, що відкриває нові можливості для навчання та взаємодії, роблячи освітній процес більш інтерактивним та захопливим. Для успішного застосування таких технологій в освіті, викладачі повинні мати відповідні знання та вміння.

Гейміфікація так і імерсивні методи є потужними інструментами, які можуть суттєво підвищити ефективність навчання STEM. Обидва підходи спрямовані на залучення учнів, створення мотивації та поглиблення їхнього занурення у процес навчання, що робить його більш цікавим та ефективним.

Гейміфікація – це метод, який перетворює навчання на гру, використовуючи ігрові елементи, такі як бали, рівні та змагання, щоб підвищити зацікавленість учнів і спонукати їх до активної участі в освітньому процесі. Для ефективної гейміфікації важливо, щоб правила були зрозумілими й незмінними, а складність завдань поступово зростала. Крім того, необхідні прості у використанні інструменти та якісний навчальний матеріал.

Швидкий і зрозумілий зворотний зв’язок є ключовим елементом успішної гейміфікації. На відміну від традиційних методів оцінювання, де учні можуть

довго чекати на результати, гейміфікація забезпечує миттєвий зворотний зв'язок. Це дозволяє учням почуватися більш залученими до освітнього процесу та мотивує їх до подальшого навчання. За допомогою простих інструментів, таких як Google Forms, вчителі можуть створювати системи нагородження, таблиці лідерів та інші елементи.

Педагог, який впроваджує гейміфікацію, має не тільки вміти розробити цікаві завдання, але й створити систему мотивації, яка буде стимулювати учнів до активної участі в освітньому процесі. Це містить створення чітких правил гри, розробку системи нагородження, а також забезпечення можливості для учнів відстежувати свій прогрес. Крім того, педагог повинен враховувати індивідуальні особливості кожного учня та адаптувати навчальний матеріал відповідно до їхніх потреб.

Поєднання гейміфікації та 3D моделювання відкриває нові можливості для навчання, дозволяючи учням не лише вивчати технології, але й робити це захопливо та інтерактивно. Гейміфікація у 3D моделюванні дозволяє стимулювати інтерес до складних інженерних і математичних понять, перетворюючи процес навчання на гру.

Майбутні вчителі математики ретельно вивчають різноманітні графічні редактори, такі як Adobe Photoshop, Illustrator, GIMP тощо. Однак, не зважаючи на важливість розуміння тривимірної графіки в сучасному світі, вивченню програм для 3D-моделювання приділяється недостатньо уваги.

Імерсивні технології та гейміфікація є перспективними напрямками розвитку сучасної освіти. Завдяки їхньому використанню, навчання стає більш ефективним, цікавим та інтерактивним. Однак, для досягнення максимальних результатів необхідно створювати сприятливі умови для їхнього впровадження та забезпечувати постійний розвиток педагогічних підходів.

Лабораторна робота №7. Гейміфікація. Освітні цифрові ігри. 3D моделювання.

Мета: вивчити основні принципи гейміфікації та розуміти шляхи підвищення мотивації та залученості учнів до навчання та дослідити приклади успішної гейміфікації у різних освітніх контекстах STEM-освіти.

Завдання: ознайомитися з теоретичними матеріалами про гейміфікацію в освіті та створити гру, використовуючи елементи гейміфікації (наприклад, Kahoot, Classcraft, Duolingo).

Методичні рекомендації

Перейти на сайт Kahoot![*]. Натисніть кнопку «Sign up» у верхньому правому куті. Оберіть тип акаунта (Teacher) та вкажіть електронну пошту. Заповніть необхідні поля для реєстрації (ім'я, пароль, назва школи або установи). Натисніть «Log in» та введіть свої облікові дані (електронна пошта

[*] https://kahoot.com/

та пароль). Після входу ви потрапите на головну сторінку свого акаунта (рисунок 4.1).

Натиснути кнопку «Create» та обрати «New Kahoot» або «Create» з меню, що з'явиться (рисунок 4.2).

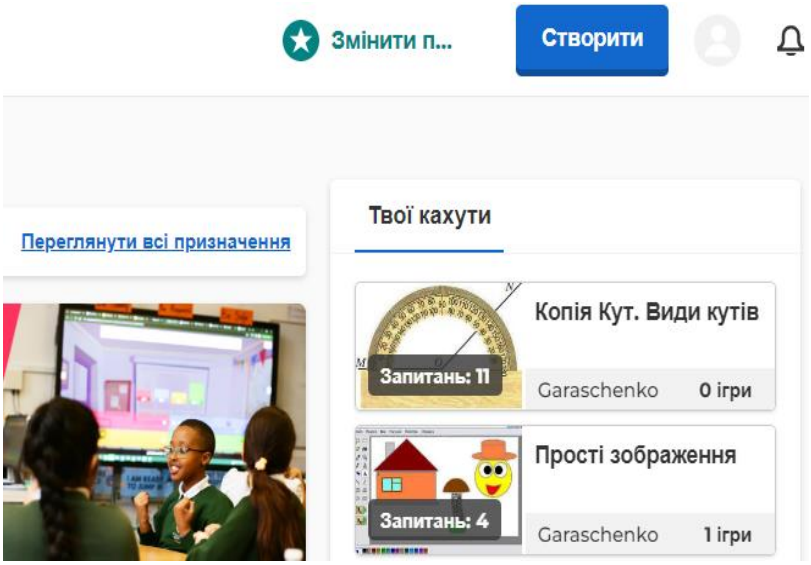


Рисунок 4.1 – Головна сторінка Kahoot

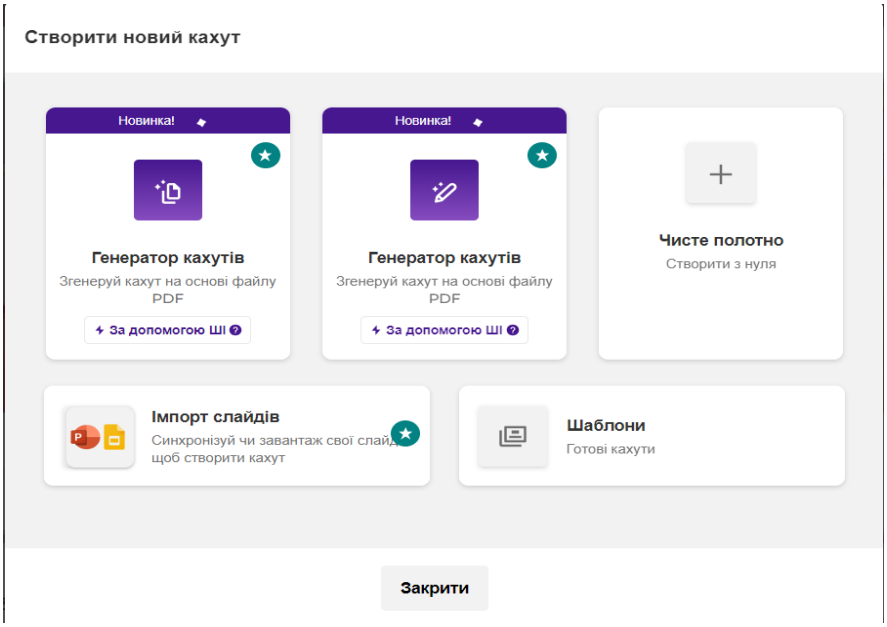


Рисунок 4.2 – Створення гри

Натисніть на поле «Click to start typing your question» і введіть запитання. Для STEM-уроку оберіть тему, що відповідає вашому предмету (наприклад, фізика, математика, інформатика тощо) (рисунок 4.3).

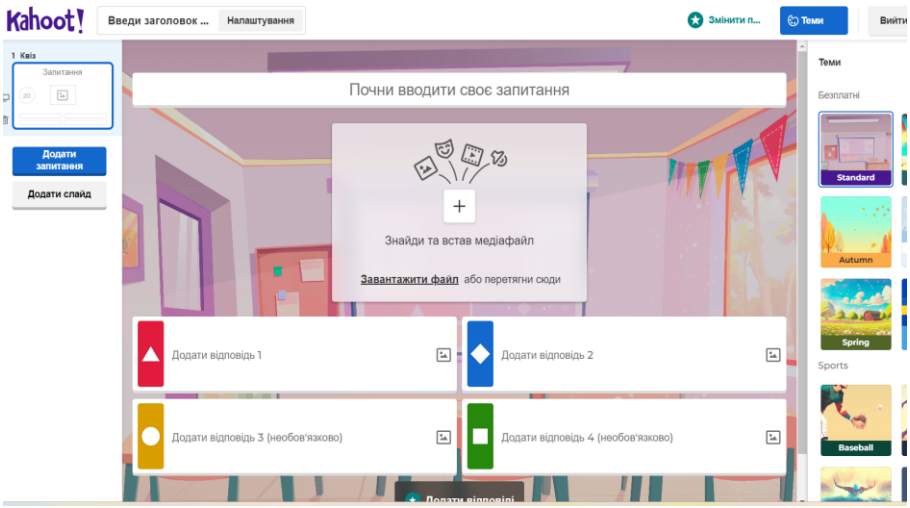


Рисунок 4.3 – Створення питання для гри

Можливо обрати кілька типів запитань: Quiz (тестове запитання з кількома варіантами відповідей), True/False (правда або неправда), Puzzle (перестановка елементів у правильному порядку) (рисунок 4.4).

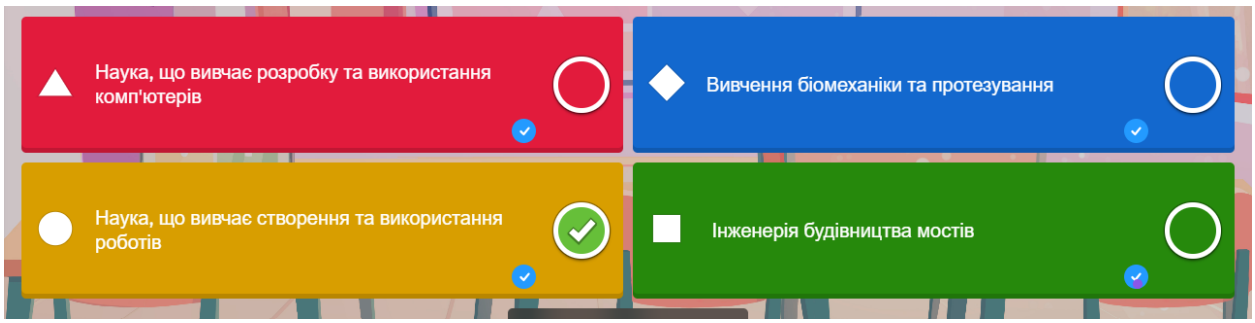


Рисунок 4.4 – Створення відповіді до питання

Введіть від 5 до 6 варіантів відповідей, натиснувши на кожне поле «Add answer». Позначте правильну відповідь, натиснувши на відповідний індикатор праворуч від неї (зелена галочка) (рис. 4.4).

У правій панелі встановіть час, протягом якого учні повинні дати відповідь (від 5 до 240 секунд) (рисунок 4.5).

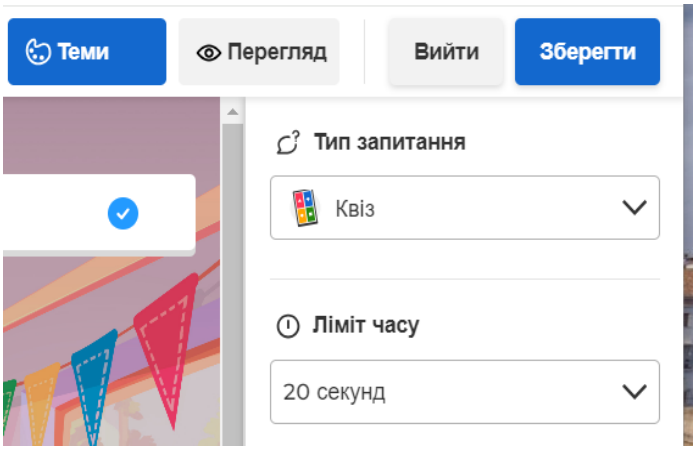


Рисунок 4.5 – Налаштування ліміту часу

Якщо потрібно, додайте зображення або відео до запитання для візуальної підтримки або демонстрації теми. Натисніть на значок «Media» і завантажте файл або вставте посилання на відео (рисунок 4.6).

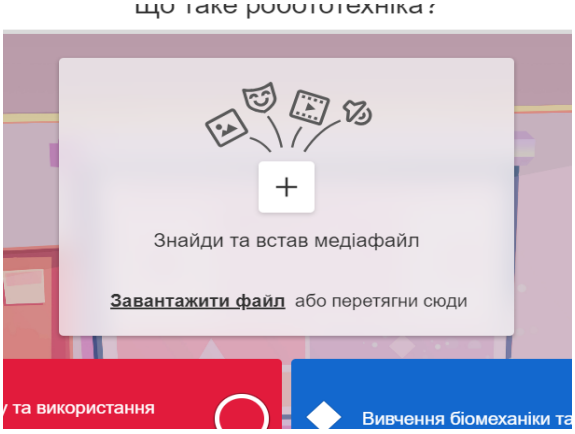


Рисунок 4.6 – Вікно для медіафайлу

Для STEM-уроку варто включити питання різного типу, щоб охопити різні аспекти теми.

Після завершення роботи над запитаннями натисніть кнопку «Done» або «Зберегти» та введіть назву Kahoot, опишіть його і виберіть видимість (Public або Private) (рисунок 4.7).

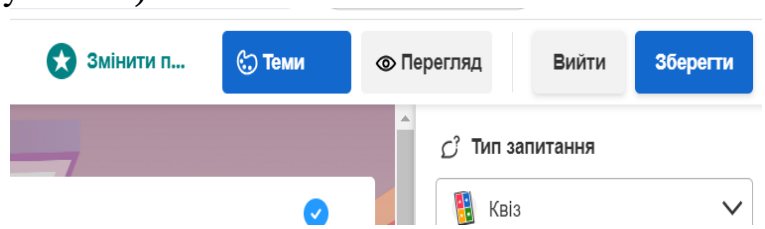


Рисунок 4.7 – Збереження гри

Виберіть режим гри (Classic – індивідуальна гра або Team Mode – командна гра). За потреби можна додати до гри музику, тематичні кольори, або спеціальні налаштування (рисунок 4.8–4.9).

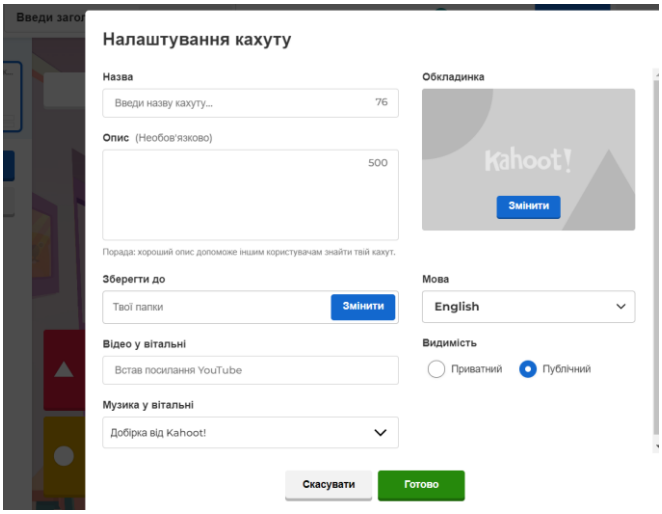


Рисунок 4.8 – Налаштування назви Kahoot

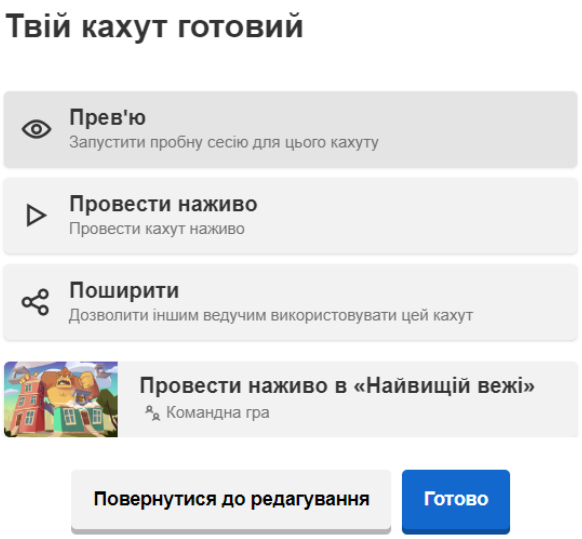


Рисунок 4.9 – Збереження гри

Натисніть «Play» на головній сторінці створеного Kahoot. Виберіть режим (Classic або Team) та натисніть «Start» (рисунок 4.10) або призначити Kahoot (рисунок 4.11).

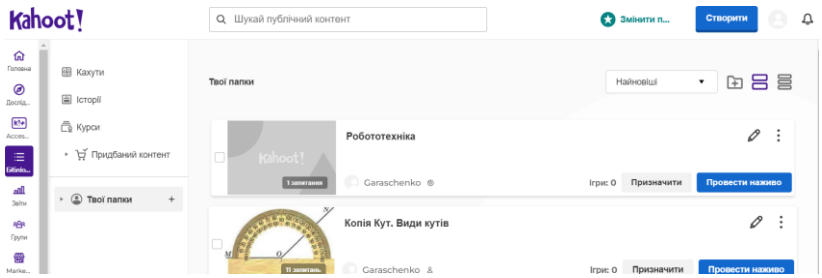


Рисунок 4.10 – Поширення гри

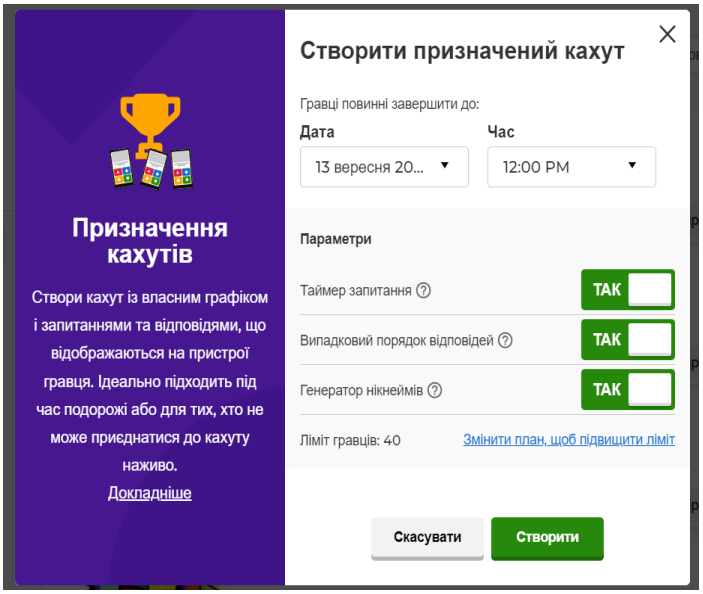


Рисунок 4.11 – Призначення гри

Гра згенерує унікальний PIN-код, який учні введуть на своїх пристроях (телефонах, планшетах або комп’ютерах), щоб приєднатися до гри (рисунок 4.12).

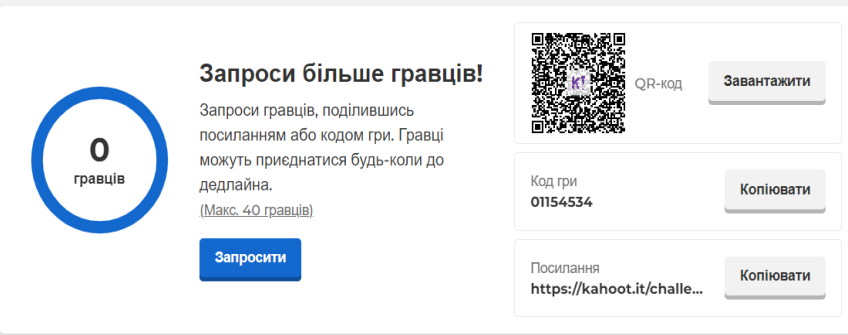


Рисунок 4.12 – PIN-код та посилання для гравців

Керуйте грою, ставлячи запитання і переглядаючи результати відповідей учнів у режимі реального часу.

Після завершення гри ви можете переглянути підсумкову таблицю з результатами. Визначити, які питання були складними або легкими.

🔔 Дослідницькі завдання

1. Запропонувати ідею впровадження імерсивних технологій під час STEM-уроків.
2. Розробити сценарій гейміфікованого STEM-уроку.

🔷 Контрольні запитання

1. Яким чином імерсивні технології сприяють реалізації STEM навчання.
2. Що таке гейміфікація і як вона застосовується в освіті?
3. Які переваги й можливі недоліки використання гейміфікації у навчанні?
4. Як цифрові ігри можуть допомогти в розвитку критичного мислення і навичок розв'язання проблем в учнів?
5. Які програми для 3D моделювання найчастіше використовуються в освітньому процесі й чому?
6. Які навички й знання необхідні для ефективного створення 3D моделей?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. STEM-ЛАБОРАТОРІЯ МАЙБУТНЬОГО

🕮 Теоретичні відомості

Сучасна освіта все більше орієнтується на цифрові технології. Одним із найважливіших інструментів для розвитку STEM-освіти стали віртуальні лабораторії. Вони дозволяють учням проводити експерименти, досліджувати наукові явища та глибше розуміти складні концепції в інтерактивному віртуальному середовищі.

Віртуальні лабораторії – це інноваційні інструменти, які революціонізують STEM-освіту. Вони забезпечують безпечне, гнучке та інтерактивне середовище для проведення експериментів, стимулюючи активне навчання та розвиток практичних навичок учнів. Платформи типу STEM-лабораторії МАНЛаб, Go-Lab, Labster та PhET пропонують широкий спектр можливостей для досліджень та співпраці.

STEM-лабораторія МАНЛаб – це центр реальних і віртуальних навчальних досліджень, яка допомагає розвивати STEM-освіту в Україні. Освітня платформа пропонує дистанційну та очну фахову методичну та технологічну допомогу в організації STEM-навчання учнівської молоді України.

Хоча більшість віртуальних лабораторій, таких як МАНЛаб, Go-Lab та Labster, орієнтовані на старшокласників та студентів, їхні ресурси постійно поповнюються. Для молодших школярів цікавими є платформи Mozaik education, Phet, GoLab та BasfKids'Lab, як зазначає Н. Маруфенко.

Світ віртуальних лабораторій пропонує широкий спектр інструментів для навчання. Серед них: Virlab, Gear VR, Google Cardboard для віртуальної реальності, а також ARCore, ARKit для доповненої реальності. Для молодших школярів існують спеціальні додатки, що дозволяють досліджувати програмування (Code.org, Scratch), космос (NASA STEM Engagement), мистецтво (Google Arts & Culture) та інші сфери.

Завдяки віддаленим лабораторіям учні отримують можливість керувати реальним обладнанням онлайн, а віртуальні лабораторії дозволяють проводити експерименти у безпечному та контрольованому середовищі. Обидва підходи сприяють розвитку творчого, критичного мислення та самостійності учнів, а також підвищують їхню зацікавленість у науці.

Tinkercad – це проста у використанні вебплатформа для 3D-моделювання, електроніки та програмування, яка надає учням і викладачам можливості для вивчення та створення різноманітних STEM-проєктів. Одним із ключових застосувань Tinkercad є інтеграція 3D-друку та лазерного різання, а також його можливості для навчання Інтернету речей (IoT). Ці технології відкривають нові горизонти для учнів у галузях науки, технологій, інженерії та математики (STEM).

Tinkercad – це чудова безкоштовна онлайн-платформа для учнів незалежно від віку чи попереднього досвіду, кожен може створювати свої власні 3D-моделі та прототипи. Інтуїтивний інтерфейс і широкий спектр можливостей роблять Tinkercad ідеальним інструментом для STEM-освіти. Він дозволяє учням не тільки вивчати інформатику, але й застосовувати свої знання на практиці, створюючи 3D-моделі та прототипи.

Платформа Tinkercad надає учням можливість створювати 3D-моделі об'єктів, що значно покращує їх просторове мислення та здатність візуалізувати власні ідеї. Дослідження моделей з різних точок зору дозволяє учням краще зрозуміти структуру об'єктів, що сприяє глибшому засвоєнню математичних понять, таких як об'єм, площа і симетрія. Крім того, Tinkercad можна ефективно використовувати для вивчення фізичних явищ. Створення 3D-моделей механічних систем, як-от важелі, шестерні чи блоки, допомагає наочно пояснити такі поняття, як сила, момент та енергія. Платформа також відкриває нові можливості для міждисциплінарного навчання, інтегруючись із хімією, біологією та мистецтвом. На уроках хімії учні можуть моделювати структуру речовин та хімічні зв'язки, візуалізуючи молекули та кристали. У біології 3D-моделі органів та систем організму допомагають краще зрозуміти анатомію та фізіологію. У мистецтві Tinkercad можна використовувати для створення 3D-скульптур, просторових композицій та вивчення принципів дизайну. Крім того, платформа сприяє розвитку навичок креслення завдяки можливості візуалізації переходу від 2D до 3D-зображень.

Tinkercad доповнює можливості віртуальних лабораторій, дозволяючи учням створювати фізичні прототипи моделей, розроблених у віртуальному середовищі. Це створює безперервний цикл проєктування, моделювання та створення реальних об'єктів, що сприяє глибшому розумінню наукових принципів.

Лабораторна робота №8. Використання Web 2.0 при організації STEM уроків

Мета: розвинути розуміння основних принципів та технологій 3D-друку при інтеграції у навчальний процес та створити модель з використанням 3D-друку для STEM-проєкту.

Завдання:

Вивчити основні принципи роботи 3D-принтерів та лазерних різаків.

Дослідити різні типи матеріалів, які можуть бути використані для 3D-друку (наприклад, PLA, ABS) та лазерного різання (наприклад, акрил, дерево, папір).

Ознайомитися з програмними забезпеченнями для створення 3D-моделей та підготовки їх до друку за допомогою Tinkercad.

Створити спільний проєкт STEM за допомогою Padlet.

Методичні рекомендації

Завантажити браузер і в адресному рядку ввести адресу: Tinkercad*.

Зареєструйтесь, якщо у вас ще немає облікового запису, або увійдіть, використовуючи свій існуючий обліковий запис. Після входу ви потрапите на панель інструментів (рисунок 5.1). Натисніть «Create», що і відкриє новий проєкт у редакторі Tinkercad.

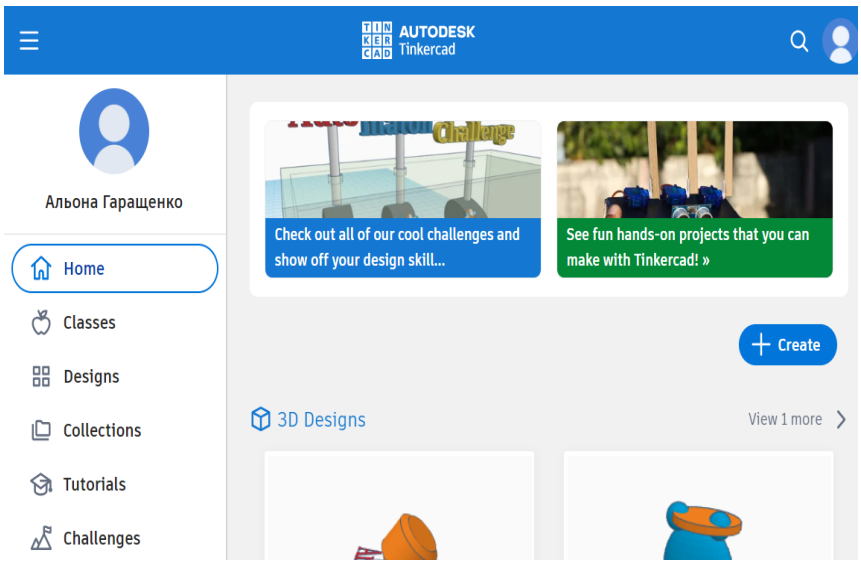


Рисунок 5.1 – Головна сторінка Tinkercad

Ознайомтесь із панелями інструментів, розташованими зліва (фігури), в центрі (робоча область), і з правого боку (властивості фігур) (рисунок 5.2).

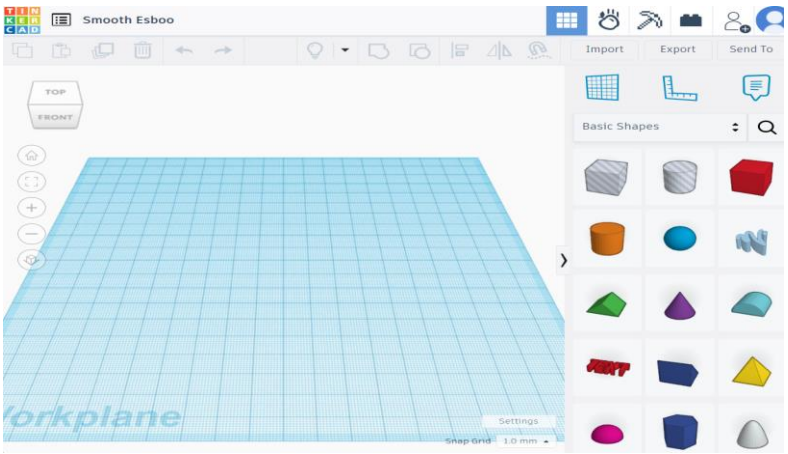


Рисунок 5.2 – Панель інструментів

На панелі інструментів зліва виберіть базову форму, яку ви хочете використовувати для створення об’ємної фігури, наприклад, куб, циліндр або сфера. Перетягніть обрану фігуру на робочу область у центрі. Використовуйте квадратики та круги, що з'являються навколо фігури, для зміни її розмірів

* https://www.tinkercad.com/

(рисунок 5.3). Перетягуйте фігуру на робочій площині, щоб розмістити її у потрібному місці.

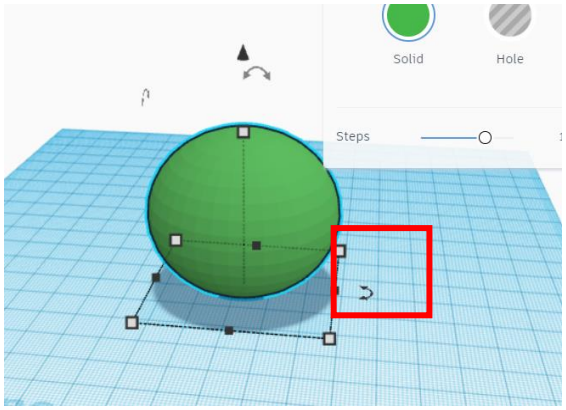


Рисунок 5.3 – Додавання і редагування елементів

Кола, що знаходяться поруч з фігурою, щоб обертати її на різні кути. Перетягніть інші фігури на робочу область, щоб комбінувати їх з первісною фігурою. Використання функцій «Group» та «Ungroup» для об'єднання кількох фігур в одну, виберіть їх і натисніть «Group» на панелі інструментів. Для розділення, використовуйте «Ungroup» (рисунок 5.4).

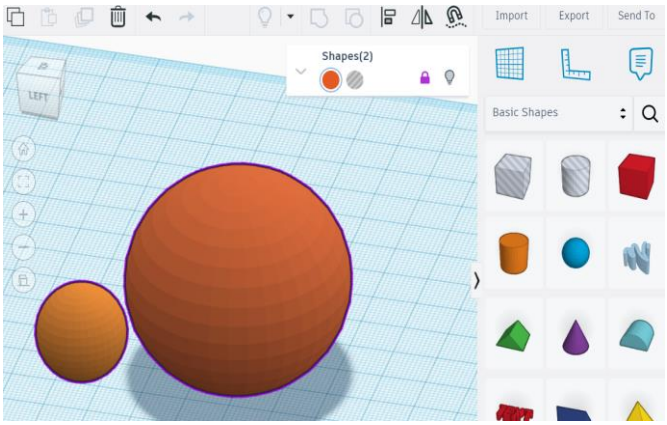


Рисунок 5.4 – Групування об’єктів

Виберіть фігуру і змініть її колір за допомогою інструмента кольору на панелі властивостей. Для додавання тексту, перетягніть інструмент «Text» на робочу область і змініть його властивості (рисунок 5.5).

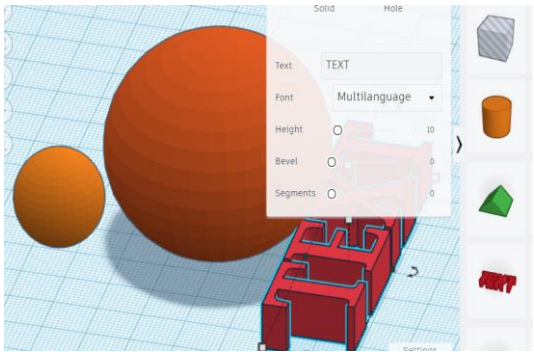


Рисунок 5.5 – Додавання тексту

Використовуйте інструменти для обертання і зуму, щоб переглянути вашу модель з усіх боків (рисунок 5.6).

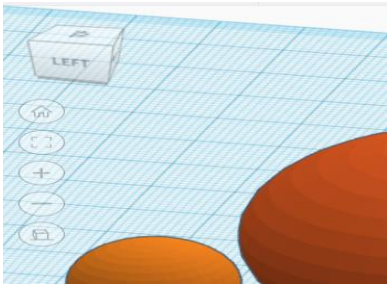


Рисунок 5.6 – Властивість обертання об’єктів

Натисніть «Save» у верхньому правому куті, щоб зберегти проєкт. Можливо експортувати його у форматах STL або OBJ для 3D-друку (рис.5.7). Якщо ви готові експортувати вашу модель, натисніть «Export» і виберіть потрібний формат. Можете поділитися вашим проєктом з іншими користувачами через Tinkercad (рисунок 5.7).

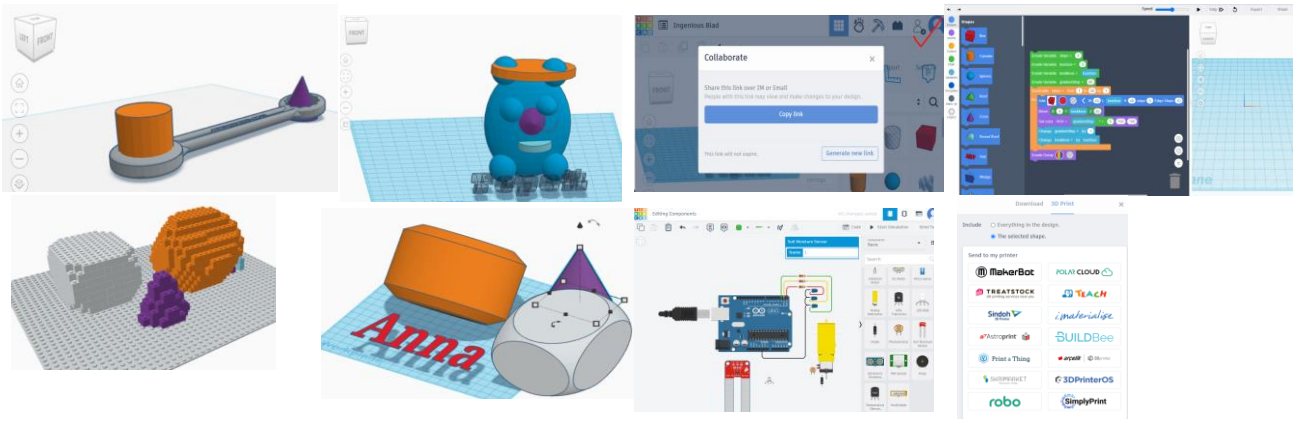


Рисунок 5.7 – Експорт та друк об’єктів

Щоб створити спільний проєкт STEM у Padlet, скористайтеся цим покроковим алгоритмом:

1. Перейдіть на Padlet.
2. Зареєструйтесь, якщо у вас ще немає облікового запису, або увійдіть, використовуючи свій існуючий обліковий запис (рисунок 5.8).

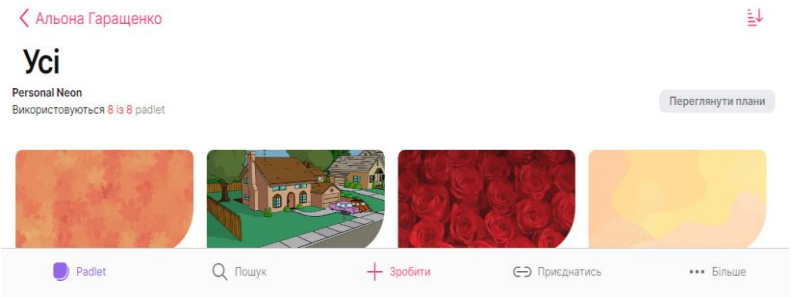


Рисунок 5.8 – Головна сторінка Padlet

Натисніть «Make a Padlet», «Створити» відкриє меню створення нового Padlet. Виберіть шаблон, який найкраще підходить для вашого проєкту (наприклад, «Дошка», «Стіна», «Карта», «Стрічка часу» тощо).

Введіть назву вашого проєкту Padlet (рисунок 5.9).

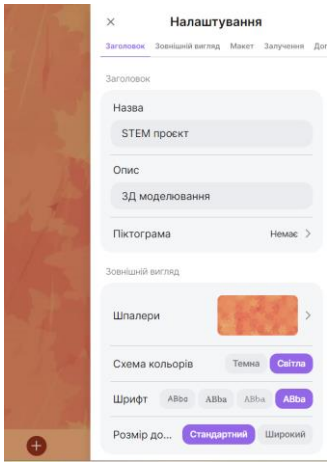


Рисунок 5.9 – Налаштування проєкту

Напишіть короткий опис вашого проєкту STEM. Виберіть фон, кольори та інші візуальні налаштування відповідно до ваших уподобань.

3. Натисніть «Share», «Поділитися», що надасть можливість для запрошення учасників. Можна запрошувати через електронну пошту, поділитися посиланням, або використовувати код доступу. Виберіть рівень доступу для учасників (наприклад, «Може редагувати» або «Може переглядати») (рисунок 5.10).

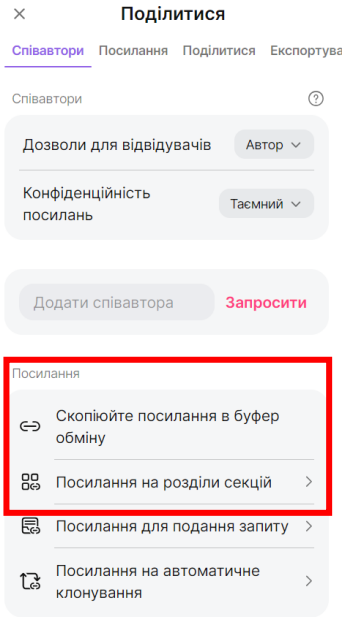


Рисунок 5.10 – Поширення Padlet для спільної роботи

4. Натисніть кнопку «Add Post», щоб додати нові елементи до Padlet. Можете додавати текст, зображення, відео, документи, посилання та інші

елементи. Додайте заголовок, опис і будь-які інші деталі для кожного поста (рисунок 5.11).

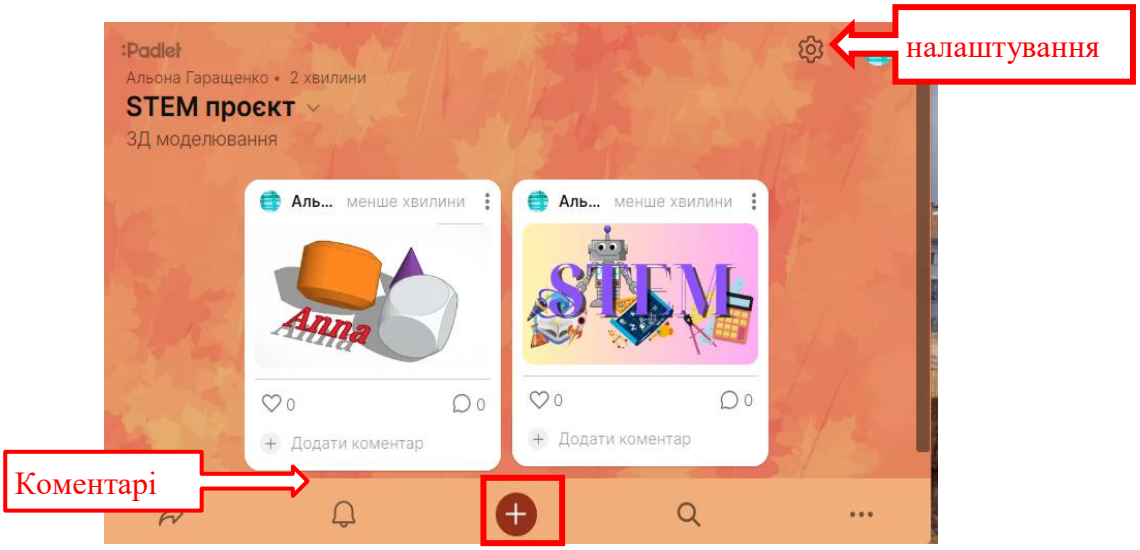


Рисунок 5.11 – Додавання поста на дошку

Перетягуйте пости для організації їх у потрібному порядку. Внесіть зміни у пости, якщо це необхідно. Можна редагувати заголовки, текст або інші деталі, щоб видалити непотрібні пости, натиснути на три крапки в правому верхньому куті поста.

5. Використовуйте функцію коментарів для обговорення кожного поста з учасниками проєкту, залиште коментарі або поради щодо представленого контенту.

Розробка уроку з моделюванням за допомогою Tinkercad

Тема уроку: об’ємні геометричні фігури та їх характеристики

Клас: 7-11

Тип уроку: дослідницький STEM-урок з використанням 3D-моделювання

Мета уроку: ознайомити учнів із поняттям об’ємних геометричних фігур; дослідити залежність об’єму та площі поверхні фігур від їх розмірів; навчитися використовувати Tinkercad для моделювання геометричних об’єктів; розвинути навички критичного мислення, просторового уявлення та цифрової грамотності.

І. Підготовка до уроку

1. Необхідні ресурси: комп’ютери або планшети з доступом до Інтернету.

Онлайн-інструмент: Tinkercad.

Друковані або електронні інструкції щодо створення 3D-моделей.

Робочі зошити або Google Forms для запису висновків.

ІІ. Хід уроку

1. Вступна частина (5–7 хв.)

Вчитель демонструє 3D-модель будівлі, автомобіля чи іншого об’єкта, пояснюючи, що всі вони складаються з простих геометричних фігур.

Питання для обговорення: як архітектори та інженери використовують 3D-моделі? Як змінюється об’єм і площа поверхні фігури при зміні її розмірів?

2. Основна частина (30–35 хв.)

Дослідження 1: робота з основними 3D-фігурами (*10 хв.*)

Мета: дослідити основні параметри геометричних фігур (куб, циліндр, піраміда, сфера).

1. Увійдіть у Tinkercad та відкрийте робочу площину.
2. Виберіть куб, циліндр, піраміду та сферу.
3. Виміряйте їх довжину, ширину, висоту та розрахуйте об’єм.
4. Занотуйте результати в таблицю.

Фігура	Висота (h)	Ширина (w)	Глибина (d)	Об’єм
Куб	5 см	5 см	5 см	125 см³
Циліндр	10 см	-	4 см (радіус)	V=πr2h

Запитання для обговорення:

– Як зміниться об’єм, якщо збільшити висоту вдвічі?
– Як змінити параметри, щоб отримати той самий об’єм, але іншу форму?

Дослідження 2: створення 3D-моделі геометричного об’єкта (*15 хв.*)

Мета: моделювання складної фігури зі стандартних геометричних форм.

Використовуючи куби, циліндри, конуси та сфери, спроєктуйте модель будинку, вежі або ракети.

Визначте об’єм кожної складової частини.

Обчисліть загальний об’єм вашого об’єкта.

Використайте функцію «Віднімання» для створення отворів у моделях (наприклад, двері або вікна).

Запитання для обговорення:

Як розрахувати загальний об’єм складної фігури?

Чому важливо враховувати площу поверхні при будівництві?

Дослідження 3: оптимізація конструкції (*10 хв.*)

Мета**:** Проаналізувати, як зміна параметрів впливає на об’єм і площу поверхні.

1. Виберіть свою модель і змініть висоту, ширину або радіус.
2. Порівняйте новий об’єм і площу поверхні з початковими значеннями.
3. Визначте, які зміни найкраще підходять для економії матеріалів.

Запитання для обговорення:

– Як можна мінімізувати використання матеріалу без втрати міцності?
– Яку форму вигідніше використовувати в будівництві?

Заключна частина (*10 хв.*)

Кожна група презентує свої моделі та пояснює отримані результати.

Вчитель підсумовує ключові моменти уроку:

– Як змінюється об’єм при зміні розмірів.

– Як можна використовувати 3D-моделі для реальних проєктів.
– Проведення Kahoot-вікторини або короткого тесту.

III. Оцінювання

Завдання	Макс. бали
Побудова простих фігур у Tinkercad	5
Розрахунок об’єму та площі поверхні	5
Створення складної 3D-моделі	5
Аналіз змін об’єму та площі	5
Презентація роботи	5
Максимальна оцінка: 25 балів	

IV. Очікувані результати

Учні зрозуміють основні властивості об’ємних фігур.

Навчитися використовувати Tinkercad для моделювання математичних об’єктів.

Розвинуть просторове мислення та навички математичного аналізу.

Застосують знання на практиці у STEM-дослідженнях.

Лабораторна робота №9. Використання програмного забезпечення

Мета: навчитися обирати відповідне програмне забезпечення для вирішення конкретних навчальних завдань та ефективно його використовувати.

Завдання:

Пропонується виконати залікове завдання до модуля, яке включає заповнення шаблону.

Шаблон:

Запропоновано теми. Заповніть клітинки вказавши міждисциплінарний зв'язок, необхідний матеріал, приладдя чи програмні засоби, клас в якому можливо запропонувати дану тему та що саме діти будуть моделювати на уроці STEM (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Міждисциплінарні зв’язки проєктів

№	Теми проєктів	Міждисциплінарний зв'язок	Приладдя чи програмні засоби	Що саме змоделювати на уроці потрібно учням?	Клас
1.	«Призма. Властивості призми»				
2.	«Скарби гетьмана Богдана Хмельницького»				
3.	«Трикутник»				
4.	«Запорізька область»				
5.	«Вода»				

Методичні рекомендації

Завдання спрямоване на розвиток міждисциплінарного підходу в STEM-освіті, зокрема на уроках інформатики. Основне завдання: навчитися поєднувати математичні знання з іншими дисциплінами, використовуючи сучасні технології, зокрема 3D-моделювання та програмне забезпечення для STEM-проєктів.

Структура завдання:

У завданні передбачено заповнення шаблону, що складається з п’яти STEM-проєктів. Для кожного проєкту потрібно визначити:

1. Міждисциплінарний зв'язок – які предмети або теми з інших дисциплін інтегруються у проєкті.
2. Приладдя чи програмні засоби – інструменти або програмне забезпечення, які будуть використовуватись для реалізації проєкту.
3. Що саме потрібно змоделювати – який об'єкт або структуру учні будуть моделювати.
4. Клас – для якого класу або вікової категорії підходить цей проєкт.

Алгоритм виконання завдання:

1. Аналіз тем проєктів:
- розгляньте кожну тему проєкту і визначте, як її можна пов'язати з іншими дисциплінами (історія, географія, фізика тощо);
- виберіть відповідні інструменти для реалізації проєктів, такі як Tinkercad для 3D-моделювання, програмне забезпечення для роботи з електронікою чи сенсорами, або математичні програми для обчислень;
- визначте, який саме об'єкт буде змодельований (наприклад, 3D-модель піраміди, модель математичної задачі або моделі кіл та кругів);
- оберіть клас, у якому дані теми будуть актуальними та відповідають навчальній програмі.
2. Інтеграція міждисциплінарних знань:
- У кожному проєкті поясніть, як знання з інших предметів підтримують навчання предметів STEM. Наприклад, при вивченні властивостей пірамід можна додати історичний контекст (єгипетські піраміди) або фізику для пояснення стійкості конструкцій.
3. Підбір матеріалів та інструментів:
- перелік матеріалів має включати необхідне обладнання, наприклад, 3D-принтер, лазерний різак або програми для моделювання (Tinkercad, Blender);
- вкажіть інші програмні засоби, що допоможуть моделювати проєкти та вивчати теоретичні аспекти (GeoGebra, WolframAlpha, Arduino);
4. Опис моделі та її створення:
- чітко опишіть, що учні будуть моделювати: форму піраміди, структуру кола, цифрову карту області тощо. Рекомендовано включити пояснення, як об'єкт пов'язаний з математичними поняттями (об'єм, площа, пропорції).
5. Визначення класу:

– виберіть клас, у якому цей проєкт буде найефективнішим. Наприклад, вивчення кола може бути актуальним у 6 класі, а піраміди – у 7-8 класах, де йдеться про тривимірні об’єкти.

Приклад заповнення таблиці:

№	Теми проєктів	Міждисциплінарний зв'язок	Приладдя чи програмні засоби	Що змоделювати на уроці?	Клас
1	«Піраміда. Властивості піраміди»	Історія (Єгипет), Геометрія	Tinkercad, 3D-принтер	3D-модель піраміди	7
2	«Скарби гетьмана Іван Мазепа»	Історія (Україна), Географія	Tinkercad, лазерний різак, Google Earth	Мапа місць історичних подій	6
3	«Коло і круг»	Фізика (оптика), Геометрія	GeoGebra, Tinkercad	2D- та 3D-моделі кіл та кругів	6
4	«Дніпропетровська область»	Математика, Географія, Інформатика	Google Maps, Tinkercad	Мапа області з рельєфами	7
5	«Повітря»	Математика, Хімія, Фізика (властивості повітря)	Tinkercad, Arduino (сенсори)	Модель атомів повітря, 3D-модель складу повітря	8

Забезпечте, що всі пункти завдання виконані у повному обсязі, що дозволить отримати максимальний бал.

🔔 Дослідницькі завдання

1. Оцініть ефективність використання Web 2.0 інструментів у STEM освіті на основі зворотного зв'язку від учнів і вчителів. Ознайомитися з найкращими практиками інтеграції Web 2.0 інструментів у STEM уроки з урахуванням різних стилів навчання учнів?
2. Здійснити добір програмного забезпечення, яке може вплинути на мотивацію учнів у STEM-уроках. Які критерії слід використовувати для вибору програмного забезпечення для уроків STEM?

🛇 Контрольні запитання

1. Що таке Web 2.0 і як його особливості можуть бути використані в освітньому процесі?
2. Перерахуйте та опишіть основні інструменти Web 2.0, які можна використовувати для організації STEM уроків.
3. Як можна використовувати Google Classroom для організації та управління STEM проєктами?

4. Які переваги надає використання Padlet у контексті STEM уроків? Наведіть приклади використання.
5. Які функції платформ для створення відео (YouTube, Vimeo) можуть бути корисними для викладання STEM предметів?
6. Які основні типи програмного забезпечення використовуються на уроках STEM і які їх функції?
7. Як вибрати програмне забезпечення для уроків STEM залежно від теми та вікової групи учнів?
8. Які стратегії можна використовувати для інтеграції програмного забезпечення у навчальний план з STEM?
9. Які приклади успішного використання програмного забезпечення на уроках STEM можна навести?

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 6. СУЧАСНІ МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ В STEM-ОСВІТІ

🕮 Теоретичні відомості

Сучасні методи оцінювання в STEM-освіті (наука, технології, інженерія та математика) відрізняються від традиційних підходів, оскільки вони наголошувати на розвитку критичного мислення, навичок розв'язання проблем і спільної роботи. Оцінювання в STEM не лише перевіряє знання учнів, але і їх здатність застосовувати ці знання на практиці. Відбувається постійний процес збору інформації про навчання учнів для коригування навчальних стратегій. Оцінити процес можливо з використанням тестів, опитувань, завдань для моніторингу прогресу та надання учням відгуків про їхні роботи, щоб допомогти їм покращити свої навички й знання. Оцінювання, яке проводиться в кінці освітнього періоду для підбиття підсумків знань та навичок учнів, такі як оцінка результатів довготривалих проєктів або досліджень та тестування для перевірки знань з теми.

Залучення учнів до вирішення реальних або змодельованих проблем через проєкти відображають їхні знання та навички у STEM, може включати: проєктні та дослідницькі проєкти. А саме розробка і реалізація проєктів з різних STEM-дисциплін та виконання досліджень, аналіз даних і представлення результатів.

Використання ігрових платформ для створення навчальних ігор або симуляцій та нагородження учнів за досягнення та успішне виконання завдань.

1. Портфоліо: збір робіт учня, що демонструє його досягнення, прогрес і розвиток навичок. Портфоліо може містити: проєктні роботи, опис і результати виконаних проєктів; рефлексія: особисті коментарі учня щодо його роботи й навчання.
2. Рубрики оцінювання: чіткі критерії для оцінки якості роботи учнів. Включають: градуювання по рівнях: визначення рівнів якості виконання завдань (наприклад, від початкового до високого рівня); критерії оцінювання: визначення конкретних параметрів для оцінки різних аспектів роботи (творчість, точність, дослідження тощо).
3. Оцінювання роботи однокласників або самооцінка: взаємооцінювання-учні оцінюють роботи один одного, що сприяє розвитку критичного мислення; самооцінка - учні оцінюють свою власну роботу та визначають області для покращення.

Цифрові інструменти для оцінювання, а саме використання технологій для автоматизації процесу оцінювання та збору даних: онлайн-тести та опитування, та здійснити збір та аналіз результатів через інтернет-платформи; аналіз даних через використання програмного забезпечення для аналізу результатів та прогресу.

Сучасні методи оцінювання в STEM-освіті зосереджені на всебічному розвитку учнів, включаючи їхні навички критичного мислення, розв'язання

проблем і співпраці. Інноваційні підходи, такі як проєктні роботи, гейміфікація, портфоліо та цифрові інструменти, дозволяють краще оцінювати не тільки знання, але й практичні навички учнів, що є ключовими для успіху у STEM-дисциплінах.

Інклюзивна освіта спрямована на забезпечення доступу до навчання для всіх учнів, включаючи учнів з особливими потребами. STEAM підходи можуть суттєво сприяти інклюзивній освіті, забезпечуючи:

– індивідуалізацію навчання через STEAM проєкти, які можуть бути адаптовані до різних рівнів здібностей учнів, що дозволяє кожному учневі брати участь у навчальному процесі відповідно до його можливостей;

– учні можуть використовувати різні формати для представлення своїх ідей (текст, малюнки, відео), що дозволяє враховувати різні способи сприйняття і вираження інформації.

Проєкти у STEAM часто виконуються у групах, що допомагає учням з різними здібностями працювати разом, обмінюватися ідеями та підтримувати один одного, а інтеграція мистецтв і технологій допомагає розвивати навички ефективної комунікації та співпраці.

STEAM проєкти часто є цікаві, що допомагає підтримувати інтерес та мотивацію у всіх учнів, включаючи тих, хто може мати труднощі у традиційних навчальних ситуаціях. Учні мають можливість працювати над проєктами, які можуть бути реальними й релевантними для їхнього життя, що підвищує їхню зацікавленість.

STEAM підходи сприяють розвитку критичного мислення і навичок розв’язання проблем у всіх учнів, незалежно від їхніх особливих потреб, при цьому розвиваючи творчі здібності, що важливо для інноваційного мислення та вирішення складних завдань.

STEAM підходи в освіті забезпечують комплексний підхід до навчання, який інтегрує науку, технології, інженерію, мистецтво і математику, що сприяє розвитку ключових навичок у всіх учнів. В інклюзивній освіті STEAM забезпечує індивідуалізацію навчання, підтримує соціальну взаємодію і співпрацю, стимулює інтерес та мотивацію, а також розвиває критичне мислення і творчі здібності, що є важливими для успіху всіх учнів.

Як зазначають українські дослідники «STEM-освіта передбачає, щоб педагог сам прагнув до навчання новому, до генерування нових ідей, володів інноваційними технологіями та знаннями, був ініціативним» [40, с.433].

Лабораторна робота №10. Формувальне оцінювання

Мета: дослідити сутність STEAM-освіти та її роль у загальному розвитку особистості, особливо в контексті інклюзивного навчання, та навчити проводити самооцінювання та взаємооцінювання при виконанні STEM-проєкту.

Завдання:

Розробити систему оцінювання для проєктів та запропонуйте форму для самооцінювання та взаємооцінювання проєктів.

Методичні рекомендації

Оцінювання проєктів передбачає комплексний підхід, де враховуються не лише кінцеві результати, але й процес роботи, використання міждисциплінарних знань, творчість та самостійність учнів. Для кожного проєкту встановлюється шкала оцінювання за різними критеріями, а також вводиться механізм самооцінювання та взаємооцінювання.

Основні критерії оцінювання проєктів (за 12 бальною шкалою):

1. Наукова обґрунтованість та точність (2 бали)

Наскільки проєкт відображає реальні наукові концепції та правильно використовує знання з різних дисциплін (математика, фізика, інформатика тощо).

2. Інтеграція міждисциплінарних знань (2 бали)

Проєкт демонструє застосування знань з інших дисциплін, їх зв'язок із математичними або інформатичними поняттями.

3. Технічна складність та інноваційність (2 балів)

Оцінюється рівень технічної складності проєкту, включення сучасних технологій (3D-друк, IoT, програмування), а також оригінальність рішення.

4. Творчий підхід та дизайн (2 бали)

Рівень творчості, естетичне оформлення проєкту, індивідуальність підходу до вирішення завдання.

5. Якість презентації та захист проєкту (2 бали)

Оцінюється чіткість, зрозумілість та логічність презентації, а також здатність учнів пояснити свій проєкт, відповісти на запитання.

6. Командна робота (1 бал)

Якщо проєкт виконувався командою, оцінюється ефективність взаємодії учасників, розподіл ролей та внесок кожного члена команди.

7. Дотримання дедлайнів (1 бал)

Проєкт був поданий у встановлені терміни.

Самооцінювання дозволяє учням оцінити власну роботу, усвідомити свої досягнення та зрозуміти, над чим слід працювати.

Самооцінювання STEM-проєкту (максимум 12 балів) (табл. 6.1):

Таблиця 6.1 – Критерії самооцінювання проєкту

Критерій	Оцінка (0-5 балів)	Коментарі (пояснення)
Наскільки мені вдалося поєднати знання з різних дисциплін?		
Чи вдалося вирішити всі технічні аспекти проєкту?		
Як я оцінюю творчий підхід у своєму проєкті?		
Чи була презентація проєкту зрозумілою та цікавою?		
Чи встиг(-ла) я виконати проєкт у встановлені терміни?		

Підсумкова оцінка: _____ (із 12)

Взаємооцінювання розвиває критичне мислення та дозволяє учням побачити свою роботу з іншого погляду.

Взаємооцінювання STEM-проєкту (максимум 12 балів) (табл. 6.2):

Таблиця 6.2 – Критерії взаємооцінювання проєкту

Критерій	Оцінка (0-5 балів)	Коментарі (пояснення)
Наскільки добре інтегровані знання з різних дисциплін?		
Яка була технічна складність проєкту?		
Як ти оцінюєш креативність та інноваційність рішення?		
Наскільки цікавою та логічною була презентація?		
Чи дотримувався термінів автор проєкту?		

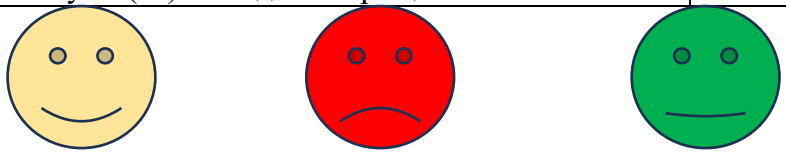
Підсумкова оцінка: _____ (із 12)

Рекомендації для використання системи оцінювання:

– Учні мають заповнювати форму самооцінювання та взаємооцінювання після завершення роботи над проєктом;
– Взаємооцінювання може здійснюватися у форматі групової презентації, де учасники інших команд оцінюють проєкти своїх колег;
– Оцінки вчителя, самооцінка та взаємооцінювання може бути об’єднані в єдину підсумкову оцінку для кожного учня або команди.

Таблиця 6.3 – Чек-лист для самооцінювання STEM-проєкту

№	Твердження	Так	Ні
1.	Я чітко зрозумів(ла) завдання проєкту?		
2.	Чи створено чіткий план виконання проєкту?		
3.	Чи правильно визначено етапи роботи та терміни їх виконання?		
4.	Я провів(ла) достатньо досліджень для розуміння теми проєкту?		
5.	Чи моя ідея була оригінальною і креативною?		
6.	Чи я виконав(ла) свою частину проєкту відповідно до плану?		
7.	Чи ефективно я співпрацював(ла) з іншими членами команди?		
8.	Чи мої внески були корисними для команди?		
9.	Чи була моя презентація чіткою та зрозумілою?		
10.	Чи прийняв(ла) я конструктивний зворотний зв'язок і використовував(ла) його для покращення?		



Таблиця 6.4 – Чек-лист для самооцінювання STEM-проєкту

№	Твердження	Так	Ні	Частково
1.	Чи я зрозумів(ла) завдання проєкту?			
2.	Чи провів(ла) я достатньо досліджень?			
3.	Чи була моя ідея оригінальною і корисною?			
4.	Чи я ефективно працював(ла) з командою?			
5.	Чи була моя презентація зрозумілою?			

Таблиця 6.4 – Чек-лист для оцінювання роботи в парі

№	Твердження	Так	Ні	Іноді
1.	Ми чітко розподілили завдання між собою?			
2.	Ми ефективно працюємо разом?			
3.	Кожен з нас долучається до спільної роботи?			
4.	Ми ясно і зрозуміло обговорюємо ідеї та плани?			
5.	Ми спільно розв'язували проблеми, що виникали?			
6.	Добре виконана робота кожним з нас?			
7.	Ми підтримуємо один одного під час роботи?			
8.	Наша презентація чітко показує внесок кожного з нас?			
9.	Використаємо відгуки для покращення нашої роботи?			

🕮 Дослідницькі завдання

1. Найбільш ефективні методи формувального оцінювання умінь і знань учнів у STEM-дисциплінах. Як забезпечити точність і об’єктивність формувального оцінювання в умовах STEM-уроків?
2. Які технологічні інструменти можуть бути використані для підтримки формувального оцінювання на уроках STEM?
3. Сформулювати виклики впровадження формувального оцінювання STEM-уроків. Як їх можна подолати?

⍰ Контрольні запитання

1. Що таке формувальне оцінювання і як воно відрізняється від підсумкового оцінювання?
2. Які основні переваги використання формувального оцінювання на уроках STEM?
3. Як використовувати групові обговорення і проєкти як методи формувального оцінювання на уроках STEM?
4. Які ефективні стратегії надання зворотного зв'язку учням у рамках формувального оцінювання?

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Балик Н. Р., Шмигер Г. П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта : науковий журнал.* Суми, 2017. Вип. 2 (12). С. 26–30.
2. Беседін Б., Смоляков О. Навчальні технології XXI століття: «STEM-освіта». *Гуманізація навчально-виховного процесу : збірник наукових праць:* Слов'янск, 2018. Вип. 1 (87). С 76-82.
3. Глосарій термінів, що визначають сутність поняття STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти.* URL: https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy/ (дата звернення: 28.03.2025).
4. Гнєзділова В. І. Інноваційні технології у STEM-освіті : навчальний помібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 2021. 76 с.
5. Головань М. С. Математична компетентність: сутність та структура. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету.* Луцк, 2014. Вип. 1. С. 35–39.
6. Гончарова Н. Віртуальна реальність в STEM-освіті. *STEM-освіта – проблеми та перспективи : матеріали III міжнар. наук.-практ. семін*. (м. Кропівницький, 24-25 жовт. 2018 р.). Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 19-21.
7. Давиденко А. А. STEM та STEAM в освітньому процесі з фізики: історія та сучасність. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка.* Чернігів, 2019. Вип. 4 (160). С. 58–63.
8. Державний стандарт базової середньої освіти в Україні : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. *Сайт Освіта.ua.* URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/. (дата звернення: 29.03.2025).
9. Засоби та обладнання STEM. *Інститут модернізації змісту освіти.* URL: https://imzo.gov.ua/stem-osvita/zasobi-ta-obladnannya-stem/ (дата звернення: 30.03.2025)
10. Когут О. І., Кривокульський Л. Є., Німко Н. М. Цифрові інструменти для впровадження STEM-освіти : методичний посібник. Тернопіль : Вид. ТАЙП, 2023. 101 с.
11. Концепція впровадження медіаосвіти в Україні : Постанова Президії Національної академії педагогічних наук України 20.05.2010 р. протокол № 1-7/6-150. *Детектор Медіа.* URL: https://ms.detector.media/mediaosvita/post/11048/2010-09-29-kontseptsiya-vprovadzhennya-mediaosvity-v-ukraini/ (дата звернення: 28.03.2025).
12. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5.08.2020 р. № 960-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Texti (дата звернення: 04.04.2025)
13. Ліщинська Х., Сеник А., Сокіл М. Застосування віртуальних навчальних технологій в процесі організації STEM-навчання. *STEM-освіта – проблеми та перспективи : матеріали III міжнар. наук.-практ. семін.*

(м. Кропивницький, 24–25 жовт. 2018 р.) Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 41-43.

14. Лозова О. В., Василашко І. П., Коршунова О. В. STEM-освіта: теорія та практика : збірник науково-методичних матеріалів. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2023. 254 с.
15. Мартинюк О. С., Мирончук Г. Л., Стецюк О. Б. Розвиток дослідницьких умінь учнів на уроках фізики як спосіб реалізації STEM-освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки.* Кропивницький, 2023. Вип. 208. С. 37–43.
16. Марченко О. Реалізація steam-підходу до формування креативної компетенції здобувачів освіти у процесі вивчення математики. *Нова педагогічна думка : науково-методичний журнал*. Рівне, 2020. Вип. 3 (103). С. 62–65.
17. Матвійчук Ю. Ю. STEM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого вивчення природничо-математичних дисциплін. *Педагогіка та психологія : збірник наукових праць.* Харків, 2019. Вип. 62. С. 144-152.
18. Махровська Н., Погромська Г., Рогожинська Е. Розкриття компетентнісного потенціалу математичної освітньої галузі в умовах реалізації стратегії Нової української школи. *Науково-методичний, інформаційно-освітній журнал.* Миколаїв, 2023. Вип. 4 (99). С.64-74.
19. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році. URL: https://drive.google.com/file/d/1XohXNsGS5xfSqFlxyen_QKZJ0ifi1HFj/view. (дата звернення 12.03.2025)
20. Мізюк В., Новак Г. Генезис поняття та ідей STEM-освіти в Україні та зарубіжжі: історичний аспект. *Науковий вісник Ізмаїльського державного гуманітарного університету*. Ізмаїл, 2022. Вип. 57. С. 87–94.
21. Мосійчук Л. М. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. *Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики.* Рівне : НМЦ ПТО, 2019. 95 с.
22. Насадюк Т. STEM-освіта як засіб реалізації проєктно-інтегрованого навчання математики в 5-6 класах. *Витоки педагогічної майстерності :збірник наукових праць.* Полтава, 2020. Вип. 25. С.152-156.
23. Патрикеєва О. О., Черноморець В. В., Василенко І. В., Коваленко М. В. STEM-проєкт як інструмент формування компетентностей здобувачів освіти. *Наукові записки Малої академії наук України*: з*бірник наукових праць.*2021. Вип. 1(20), 69–77.
24. Пахомов Ю. Гендерночутливий STEM-урок з використанням технології доповненої реальності с.43-46
25. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Відкрите освітнє Е-середовище сучасного університету : електронне наукове фахове видання.* Київ, 2020. Вип. 9. С. 95–103.
26. Подлєсний С. В., Тарасов О. Ф. Актуальність використання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. *Вісник ВПІ.* 2019. Вип. 2. С. 123-131.

27. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
28. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ : [б.в.], 2023. 254 с.
29. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти. *Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» Національний центр «Мала академія наук України», колективна монографія, Київ, 2023.* URL: https://drive.google.com/file/d/1WKDvPOxtFwVHZ7dUbK1hXM8eiM3hoC_r/view. (дата звернення 13.03.2025)
30. Стецула Н., Абрамова О., Герасимчук Г., Крижановська Т., Крусь О. Перспективи розвитку STEM-освіти: інтеграція в освіті. *Наука і техніка сьогодні : журнал.* Київ, 2023. Вип. №3 (17). С 429–435.
31. Толстоухов С. Сучасний стан STEM-освіти в Україні. *Дидаскал : часопис : зб. матер. Міжн. наук.-практ. конф. «Реформування вищої освіти в контексті забезпечення сталого розвитку суспільства*», 15–16 лист. 2022 р. / Кафедра загальної педагогіки та андрагогіки ПНПУ імені В. Г. Короленка. Полтава, 2022. № 23. С. 257-261.
32. Шевченко Д. О., Мазурок Т. Л. Методична підтримка виконання комплексних колективних проєктів з використання інформаційних технологій. *Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять першої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців (м. Одеса, 26 квітня 2024 р.)* Одеса, 2024. С. 175-176
33. Шулик Т., Соколова О. Ставлення та розвиток інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США. *Гуманізація навчально-виховного процесу :* з*бірник наукових праць.* Слов'янськ, 2023. Вип. 2 (104). С. 154–164.
34. Davenport C., Dele-Ajayi O., Emembolu I. A Theory of Change for Improving Children's Perceptions, Aspirations and Uptake of STEM Careers. *Research in Science Education.* 2021. Issue 51. P. 997–1011. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s11165-019-09909-6.
35. Government Responses to the Challenge of STEM Education: Case Studies from Europe : Report № 2 of . ATS STEM / E. Costello and others. Dublin: Dublin City University, 2020. 40 p.
36. Hom E. J. What is STEM Education? *Live Science Contributor*. URL: http://www.livescience.com/43296-what-is-stemeducation.html (дата звернення: 04.02.2025).
37. Pla estratègic 2023-2026, Autor: *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya*. 2023. 40 p. URL: https://www.aqu.cat/Estudis/Difusio/Publicacions/Cercador-de-publicacions/Pla-estrategic-2023-2026. (дата звернення: 24.03.2025).
38. STEM-світ інноваційних можливостей : науково-методичний посібник / уклад. : Буряк О. О. та ін. *Друкарня Мадрид.* Харків, 2019. 64 с.

39. STEAM-освіта: від теорії до практики : матеріали круглого столу *(Київ, 24 березня 2023 року). Інститут обдарованої дитини НАПН України.* Київ, 2023. 652 с.
40. STEM-освіта: проблеми та перспективи : анотований каталог / упоряд., О. О. Патрикеєва, О. В. Лозова, С. Л. Горбенко, Н. С. Буркіна. Київ : ДНУ«ІМЗО», 2018. 26 с.
41. The UK STEM Education Landscape, Royal Academy of Engineering 2016. URL: https://raeng.org.uk/media/bcbf2kyb/112408-raoe-uk-stem-education-landscape_final_lowres.pdf (дата звернення: 27.03.2025)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гнєзділова В. І. Інноваційні технології у STEM-освіті : навчальний помібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 2021. 76 с.
2. Когут О. І., Кривокульський Л. Є., Німко Н. М. Цифрові інструменти для впровадження STEM-освіти : методичний посібник. Тернопіль : Вид. ТАЙП, 2023. 101 с.
3. Лозова О. В., Василашко І. П., Коршунова О. В. STEM-освіта: теорія та практика : збірник науково-методичних матеріалів. Київ : Видавничий дім «Освіта», 2023. 254 с.
4. Мартинюк О. С., Мирончук Г. Л., Стецюк О. Б. Розвиток дослідницьких умінь учнів на уроках фізики як спосіб реалізації STEM-освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки.* Кропивницький, 2023. Вип. 208. С. 37–43.
5. Мосійчук Л. М. Використання елементів STEM-освіти на уроках математики. *Збірник матеріалів роботи творчої групи викладачів математики.* Рівне : НМЦ ПТО, 2019. 95 с.
6. Пікалова В. Реалізація STEAM-освіти в проєктній діяльності майбутнього вчителя математики. *Відкрите освітнє Е-середовище сучасного університету : електронне наукове фахове видання.* Київ, 2020. Вип. 9. С. 95–103.
7. Подлєсний С. В., Тарасов О. Ф. Актуальність використання STEM-STEAM-STREAM-технологій в сфері інженерно-технічної освіти для сталого розвитку економіки України. *Вісник ВПІ.* 2019. Вип. 2. С. 123-131.
8. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
9. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : монографія / за заг. ред. О. Є. Стрижака, Ю. І. Завалевського. Київ : [б.в.], 2023. 254 с.
10. STEM-освіта: проблеми та перспективи : анотований каталог / упоряд., О. О. Патрикеєва, О. В. Лозова, С. Л. Горбенко, Н. С. Буркіна. Київ : ДНУ«ІМЗО», 2018. 26 с.
11. STEAM-освіта: від теорії до практики : матеріали круглого столу (Київ, 24 березня 2023 року). Інститут обдарованої дитини НАПН України. Київ, 2023. 652 с.
12. STEM-світ інноваційних можливостей : науково-методичний посібник / уклад. : Буряк О. О. та ін. *Друкарня Мадрид.* Харків, 2019. 64 с.
13. Pla estratègic 2023-2026, Autor: *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya*. 2023. 40 p. URL: https://www.aqu.cat/Estudis/Difusio/Publicacions/Cercador-de-publicacions/Pla-estrategic-2023-2026. (дата звернення: 24.03.2025).

Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Пшенична Олена Станіславівна
Гаращенко Альона Петрівна

Методичні аспекти реалізації STEM-підходів у навчанні

Методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Середня освіта» освітньо-професійної програми «Середня освіта (Математика)»

Рецензент А. М. Андрєєв
Відповідальний за випуск Г. М. Шило
Коректор О. С. Пшенична