

УДК 37.091.322 : 51 (045)

**ФАКУЛЬТАТИВНИЙ КУРС З STEM-УРОКІВ
В СТАРШИХ ТА ПРОФІЛЬНИХ КЛАСАХ**

Буркацька Світлана

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, доцент Ключник І.Г.

*Центральноукраїнський державний університет імені
Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна*

У статті розглянуто проблеми побудови факультативного курсу в старших та профільних класах з використання технології STEM. Наведено основні засоби та методи для організації факультативного курсу. Подано приклади задач з факультативного курсу з використанням програми Grand 2D.

***Ключові слова:** технологія, освіта, проблемне навчання, дослідницький підхід, STEM, експеримент, факультатив, навчальне дослідження.*

Optional course on stem lessons in senior and professional classes

S. Burkatska

**Scientific supervisor: Candidate of Physics and Mathematics of Sciences,
Docent Kliuchnyk I.G.**

*The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University,
Kropyvnytskyi, Ukraine*

In the article, we consider the problems of building an optional course in senior and specialized classes on the use of STEM technology. The main means and methods for organizing an optional course are presented. An example of problems from an optional course using the Grand 2D program is provided.

***Keywords:** technology, education, problem-based learning, research approach, STEM, experiment, elective, educational research.*

Постановка проблеми. Особливої уваги набуває зараз проблема формування самостійності учнів, спроможності отримувати, аналізувати інформацію та приймати оптимальні рішення, використовувати в практичній діяльності нові інформаційні технології.

Концепція модернізації освіти, яка базується на основі «Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» орієнтована на реалізацію компетентнісного підходу в освіті, на формування ключових компетентностей, тобто готовності учнів використати набуті знання, навчальні

вміння і навички, а також засоби діяльності в житті для виконання практичних і теоретичних завдань. Виокремлення в навчальних програмах наскрізних ліній ключових компетентностей спрямоване на формування в учнів здатності застосовувати знання і вміння у реальних життєвих ситуаціях. Стрімкий розвиток ІТ-галузі, нанотехнологій виявляє потребу у досвідчених фахівцях, а значить, виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх учнів технічним дисциплінам – математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. Освіта повинна бути випереджальною.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблематиці упровадження аспектів STEM-освіти в український освітній простір присвячені роботи Н. В. Валько [7, 8], Д. В. Васильєвої [9], Н. І. Василюк [9], Н. В. Рашевської, С. О. Семерікова та інших.

Мета статті: створити та апробувати факультативний курс з STEM-уроків в старших та профільних класах.

Для реалізації поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- 1) проаналізувати методологічно-практичні аспекти STEM-технологій;
- 2) створити факультативний курс з stem-уроків в старших та профільних класах;
- 3) апробувати факультативний курс з stem-уроків в старших та профільних класах та здійснити аналіз відповідних результатів.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження. Необхідно розуміти, що точного означення STEM-освіти як такої не існує. Потрібно уточнити, що мова йде саме про загальноприйняте визначення. У широкому розумінні під STEM-освітою розуміють педагогічну технологія формування розумово-пізнавальних та творчих умінь учнів (здобувачів освіти). Причому відповідні уміння повинні бути підпорядковані конкурентній спроможності на сучасному ринку праці. Якщо говорити про *STEM-сфер діяльності* то вони мають доволі широкий спектр в інженерії, в інформатико-математичній, науково-природничій діяльності: аерокосмічна, хімічна, енергетична, хімічна інженерія, геоматика, програмування, атмосферні та космічні дослідження ітд.

Ключовими аспектами STEM-освіти є інтеграція в єдину сукупність природничо-математичних, інформатичних наук; побудова програм діяльності на основі міжпредметних зв'язків; використання елементів інтегрованого навчання; ведення навчання на основі справжніх проблем, які мають актуальний характер.

Зрозуміло, що STEM-освіту можливо інтегрувати на різних рівнях навчання. В початковій школі це характеризується стимулюванням цікавості. В середній школі відбувається формування стабільної цікавості та оволодіння основних навичок та умінь, які будуть допомагати вирішувати прикладні проблеми. Старша школа передбачає усвідомлення своїх інтересів та створення курсу на певну професію.

Таким чином, побудуємо факультативний курс на основі STEM-технологій.

Відповідний комплекс був апробований в Ліцеї «Науковий» Міської ради міста Кропивницького у період з 1 вересня до 30 вересня 2022 року.

Програма факультативного курсу для учнів 10-11 класів

Розподіл навчального часу

№	Тема	Кількість годин
<i>Алгебра (5 год)</i>		
1.	Депозити в банках та рекурентні послідовності	1
2.	Оптимізаційні задачі та графіки систем	1
3.	Підрахунки кодів безпеки та комбінаторика	1
4.	Ймовірність допомагає оцінити шанси	1
5.	Шукаємо фігури з найбільшими характеристиками: диференціальне числення	1

<i>Геометрія (5 год)</i>		
6.	Будуємо магазини в правильних місцях: геометричні задачі на оптимізацію	1
7.	Як виміряти довжину: фрактали	1
8.	Розміщення всередині фігур: принцип Діріхле	1
9.	Уявіть себе картографом: теорія побудов циркулем та лінійкою	1
10.	Криві другого порядку: практичні аспекти	1

Перейдемо до аналізу змісту матеріалу.

Зміст навчального матеріалу та вимоги до навчальних досягнень учнів

№	Тема	Навчальні досягнення учнів
<i>Алгебра (5 год)</i>		
1.	Депозити в банках та рекурентні послідовності	Учень вміє оперувати основними властивостями арифметичних та геометричних прогресій, вміє будувати загальний член лінійних однорідних та неоднорідних рекурентних послідовностей. Вміє переводити завдання, що має економічний характер на мову математики
2.	Оптимізаційні задачі та графіки систем	Учень вміє будувати графіки основних типів функцій: лінійна, квадратична, показникова, логарифмічна, рівняння кола; вміє будувати графіки нерівностей та обмежень; вміє переводити завдання оптимізаційного характеру на мову математики
3.	Підрахунки кодів безпеки та комбінаторика	Учень володіє основною інформацією по відношенню кількостей впорядкованих та неупорядкованих вибірок з повтореннями та без повторень, володіє основними комбінаторними правилами, вміє переводити практичну задачу на мову

		математики
4.	Ймовірність допомагає оцінити шанси	Учень володіє основними поняттями теорії ймовірностей, розуміє класичне та геометричне означення ймовірностей. Володіє правилами додавання та множення. Може перевести практичне завдання на мову математики
5.	Шукаємо фігури з найбільшими характеристиками: диференціальне числення	Учень володіє основними поняттями теорії функцій, зокрема диференціальним численням. Вміє будувати математичну модель прикладного процесу. Вміє використовувати інформаційні технології для розв'язання завдання.
<i>Геометрія (5 год)</i>		
6.	Будуємо магазини в правильних місцях: геометричні задачі на оптимізацію	Вміння використовувати класичні геометричні нерівності, вміння здійснювати елементарні перетворення в прямокутній системі координат, вміння використовувати програму Grand для моделювання геометричних фігур

7.	Як виміряти довжину: фрактали	Вміння обраховувати довжину кола, периметри фігур, вміння обраховувати суму нескінченно спадної геометричної прогресії, вміння розуміти класичну s-ову систему числення, оперувати різними представленнями дійсних чисел
8.	Принцип Діріхле	Вміння обраховувати остачі при діленні натуральних чисел, розуміти основні геометричні властивості фігур, володіти креативним мисленням та просторовою уявою
9.	Уявіть себе картографом: теорія побудов циркулем та лінійкою	Вміти будувати основні структури в плані побудов циркулем та лінійкою, розуміти основні властивості чудових точок трикутника, пам'ятати основні ГМТ
10.	Криві другого порядку: практичні аспекти	Вміти будувати графіки квадратичної функції, графік кола, вміти здійснювати основні аналітичні перетворення

Розглянемо більш детально тему: **«Будуємо магазини в правильних місцях: геометричні задачі на оптимізацію».**

Однак спочатку розглянемо пакет динамічної геометрії Grand 2D. Особливу увагу потрібно приділити українським пакетам динамічної геометрії. Першим з них є Gran-2D (GRaphic Analysis 2-Dimension): науковий керівник проекту - Жалдак М.І., відповідальний програміст проекту - Вітюк О.І, другий - DG (Dynamic Geometry): науковий керівник проекту - Раков С.А,

відповідальний програміст проекту - Осенков К.О. Кожен з геометричних пакетів рекомендований міністерством освіти і науки України, а також входить до державної поставки програмних засобів, що виконуються науково-методичним центром МОН України.

До основних технічних можливостей всіх пакетів динамічної геометрії можливо віднести:

- моделювання;
- швидкість та простота здійснення операцій по відношенню до традиційних геометричних пакетів;
- побудова графіків функцій в двовимірній та тривимірній системах координат;
- виконання широкого спектру аналітичних обчислень.

Особливостями більшості інтерактивних геометричних середовищ по відношенню до геометричних об'єктів є

- можливість геометричних фігур залишати сліди при своєму переміщенні, що дозволяє визначати геометричні місця точок;
- можливість створювати анімацію геометричних фігур;
- можливість приховувати геометричні об'єкти.

Основними напрямками покращення пакетів динамічної геометрії на даний момент є:

- створення потужних інструментів 3D-моделювання;
- побудова потужних інструментів комп'ютерних алгебри інтегрованими з геометричними конструкціями;
- інтеграція в пакети мов візуального (графічного) програмування (G-мови програмування).

Проаналізуємо орієнтовний план роботи по темі ***«Будуємо магазини в правильних місцях: геометричні задачі на оптимізацію»***

Таким чином, спочатку необхідно здійснити актуалізацію опорних знань. Для цього доречно розглянути три точки в програмі Grand 2D, зафіксувати їх координати і обрахувати відстані на основі класичної формули знаходження відстані. Далі, з використанням наприклад сервісу wolframalpha.com

обрахувати наближені значення і перевірити відповідні результати з результатами отриманими в програмі Grand 2D, яка має технічну можливість обрахунку відстані між двома точками.

На другому кроці доцільно згадати про нерівність трикутника і перевірити її використовуючи Grand 2D.

Для побудови трикутника спочатку побудуємо точки, що будуть вершинами трикутника. Для цього використаємо команди: об'єкт - створення з екрану - точка. Зазначимо, що Gran-2D дозволяє будувати точку з наперед заданими координатами, використовуючи команди: об'єкт - створення - аналітична точка, однак такий підхід не є коректним, адже декартову систему координат учні починають вивчати лише у 8-ому класі.

Після побудови вершин трикутника потрібно побудувати сторони. Для цього використаємо команди: об'єкт - створення - відрізок і з автоматично-згенерованого діалогового вікна вказуємо кінці відрізка (рис 3), у цьому випадку сторони трикутника створюються в автоматичному режимі.

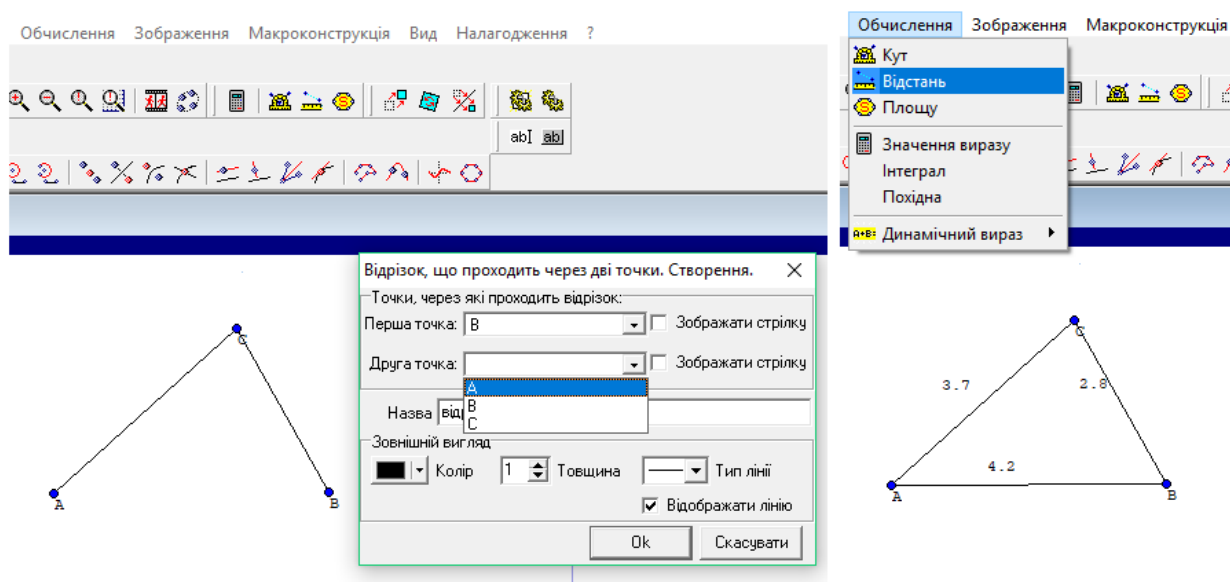


Рис 1. Перевірка нерівності трикутника в середовищі Gran-2D.

Побудувати трикутник можливо і швидше, для цього достатньо відразу побудувати відрізки в ручному режимі, використовуючи команди: об'єкт - створення з екрану - відрізок, однак такий підхід не є цілком коректним в методичному розумінні. Справа в тому, що як вказано в підручнику [7, с 74]:

«Трикутником називається геометрична фігура, яка складається з трьох точок, що не лежать на одній прямій, і трьох відрізків, які сполучають ці точки».

Тому, доречно спочатку будувати саме вершини, а потім сторони трикутника, для кращого розуміння учнями безпосередньо означення трикутника.

Використовуючи команди: обчислення - відстань, обраховуємо довжини сторін трикутника (Рис. 1), після чого залишається перевірити, що виконуються нерівності, які очевидно є правильними. Для кращого формування комп'ютерної компетенції в учнів, перевірку нерівностей доречно здійснити в Gran-2D, використовуючи вбудований калькулятор. В даному випадку потрібно зазначити, що десяткові записи дійсних чисел в пакеті Gran-2D використовують крапку, при використанні коми, як зазвичай прийнято в математиці, автоматично буде згенеровано вікно про помилку (Рис. 2). Також, учням потрібно задати питання: «Чи потрібно обов'язково перевіряти всі три нерівності, чи можливо лише одну?», після короткого обговорення необхідно підкреслити, що достатньо перевірити нерівність трикутника лише по відношенню до найбільшої сторони, так як дві інші нерівності є правильними і пояснити чому (якщо – то).

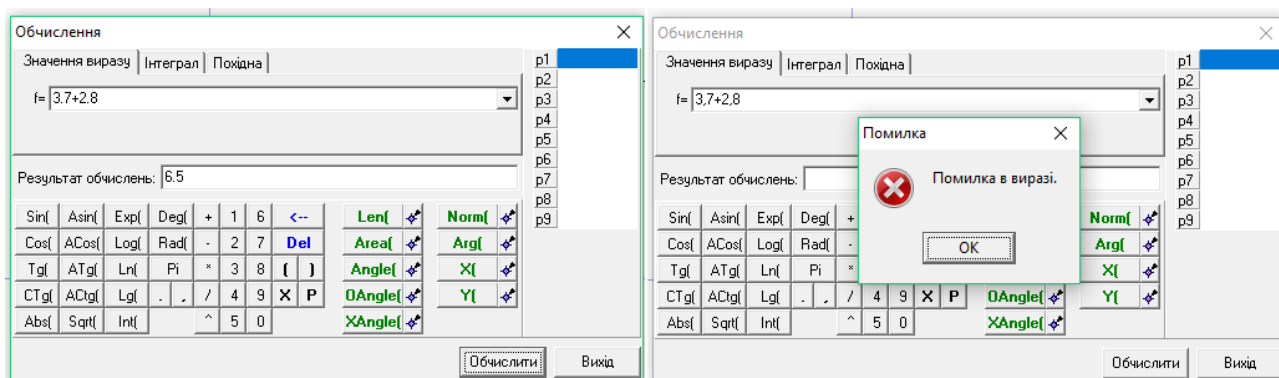


Рис 2. Аналітична перевірка нерівності трикутника в середовищі Gran-2D.

На третьому кроці використовуючи програму Grand 2D перевірити, що периметр внутрішнього трикутника, який лежить всередині відповідно зовнішнього, по величині менший за периметр зовнішнього. В цьому випадку учні навмання вибирають точки зовнішнього трикутника і точки внутрішнього.

Використовуючи можливості Grand 2D ми обраховуємо периметри трикутників і переконуємося у властивості.

Перейдемо до аналізу проблемної задачі.

Задача 1. В пунктах та знаходиться склад товарів та магазин відповідно. На прямолінійній ділянці дороги між містами та планується встановити ще один магазин. Пункти та знаходяться по один бік від прямої. Машина з товарами повинна доставити продукцію до кожного з магазинів і повернутись назад на склад. В якому місці ділянки дороги потрібно встановити магазин?

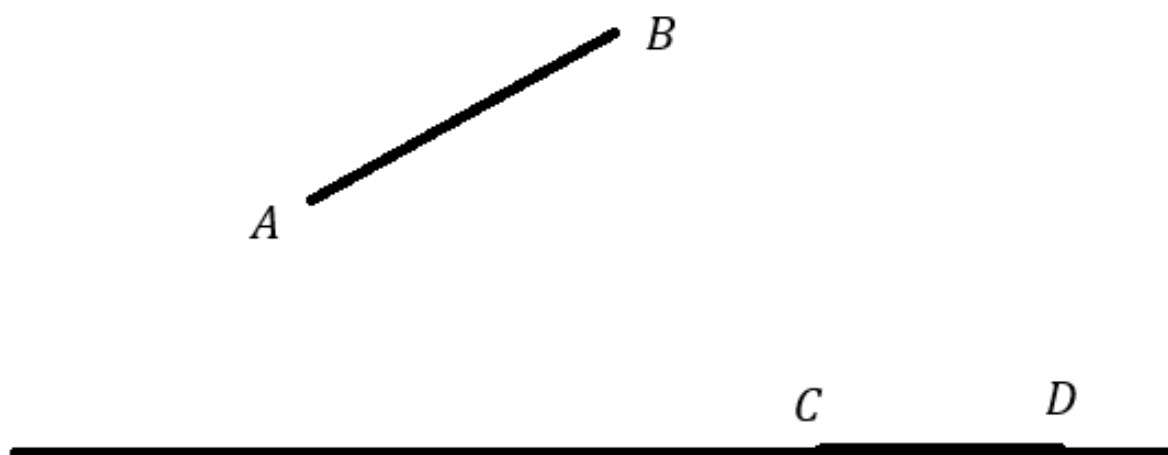


Рис. 3. Геометрична інтерпретація завдання 1.

Потрібно зазначити, що в даній задачі вважається заданими положення міст та магазину, тому потрібно запропонувати учням ввести систему координат. Таким чином, можливо сформуванати математичну модель.

В процесі апробації факультативу участь в його роботі брало 20 учнів. Відповідний комплекс був апробований в Ліцеї «Науковий» Міської ради міста Кропивницького у період з 1 вересня до 30 вересня 2022 року.

Результати виконання початкового та фінального набору завдань

Рівень сформованості STEM-умінь	Відсоток учнів (ТЕСТ 1)	Відсоток учнів (ТЕСТ 2)
Низький (0; 1 бали)	10	0

Нижче середнього (2; 3 балів)	35	10
Середній (4; 5 балів)	25	20
Вище середнього (6; 7 балів)	10	25
Помірно високий (8; 9 балів)	10	25
Високий (10 балів)	10	20
Загальні суми	100	100

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Робота присвячена проблемі побудови факультативного курсу в старших та профільних класах в контексті технології STEM. Був здійснений статистичний аналіз результатів учнів, що дає якісні оцінки працездатності відповідних методичних підходів. Результати дослідження мають практичну цінність, можуть бути використані при викладанні математики, методики викладання математики та педагогіки.

Список літератури

1. Алексеев Н.Г. О целях обучения школьников исследовательской деятельности // VII юношеское чтение им. В. Н. Вернадского: Сборник методических материалов. – М., 2000. – С.6.
2. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности. – М.: Высш. шк., 1981. – 240 с.
3. Анисимова О. И. Некоторые аспекты и особенности научно-исследовательской деятельности как образовательной технологии. // Отечество. – 2001. – № 7. – С. 12-18.
4. Бевз Г. П. Методи навчання математики. – Х. : Видавнича група “Основа”, 2003. – 96 с.
5. Бурда М.І, Васильєва Д.В. Особливості навчання математики за новими програмами. // Математика в рідній школі. – 2017. – № 7-8. – С. 2-9.
6. Бурда М. І. Компетентнісна орієнтація змісту шкільних підручників з математики . // Проблеми сучасного підручника. – 2014. – Вип. 14. – С. 78-85.
7. Валько Н. В. Досвід впровадження STEM-освіти у США та Канаді. Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Сер.:Педагогічні науки. 2018. Вип. 3. С. 9–20. URL: <http://eprintsmdpu.org.ua/>
8. Валько Н. В. STEM-освіта вчителів у країнах Сходу та Австралії. Проблеми інженерно-педагогічної освіти. 2018. № 61. С. 36–47. URL: <http://library.uipa.edu.ua/resources/engineers-pedagogik/zbirnik-naukovikh-prats.html>.

9. Васильєва Д.В. Збірник задач з математики. 5-9 класи: Наскрізнi лiнii ключових компетентностей та їх реалiзацiя / Д. В. Васильєва, Н.І. Василюк. – К.: Видавничий дiм «Освiта», 2017. – 112 с.
10. Державний стандарт базової i повної загальної середньої освiти / [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п>.