

О.О. Гриб'юк, В.Л. Юнчик,
м.Київ, Україна
olenagrybyuk@gmail.com

ЕВРИСТИЧНІ ЗАДАЧІ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОЇ МАТЕМАТИКИ GEOGEBRA В КОНТЕКСТІ STEM- ОСВІТИ

З розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, робототехніки, нанотехнологій виникає потреба у досвідчених фахівцях технічних та природничо-математичних дисциплін. STEM-освіта (*Science Technology Engineering Math*) є пріоритетною з причин затребуваності ІТ-фахівців, програмістів, інженерів, фахівців технологічних виробництв. Професії майбутнього пов'язані з технологічним виробництвом на стику з природничими науками. Творче мислення майбутніх фахівців потрібно розвивати уже зі шкільного курсу математики шляхом розв'язування евристичних, дослідницьких та прикладних задач з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, безпосередньо системи динамічної математики GeoGebra, і впровадження проектної та дослідницької діяльності. Участь у міжнародних порівняльних дослідженнях (TIMSS, PISA та ін.) [7, 8, 9, 10] спонукує до реформування освіти із ґрунтовним оцінюванням наявних досягнень і проблеми задля забезпечення конкурентоспроможності держави. На жаль, Україна не бере участі в такому дослідженні. Однією з причин є відсутність в українській освітній системі професійної структури, здатної організувати, проводити та аналізувати моніторингові дослідження в сфері забезпечення якості освіти.

Акценти щодо формування наукового знання математики розставляємо не в наявності фундаментальних теорій й інструментальних функцій, а потенційних можливостях формування в учнів специфічного стилю мислення, що разом з вербально комунікативним мисленням складають основу інтелектуального розвитку учня. Основні зауваження в контексті TIMSS стосуються доступності змісту шкільних природничо-наукових предметів, перенасичення їх теоретичними відомостями і несуттєвими фактами. Учні володіють значним фактологічним матеріалом, здатні виконати типові завдання, проте виявляють безпорадність у застосуванні знань у реальних практичних ситуаціях, у володінні методами наукового пізнання, характерними для природничо-математичних дисциплін. В змісті сучасних програм з математики зарозумілість математичного знання (правильного з наукової точки зору, проте обтяжливого для сприймання), що відмежоване від потреб інших навчальних предметів. Навчальні програми потребують розвантаження від другорядного матеріалу, перегляду з позицій компетентнісного підходу до

навчання, переорієнтації змісту на світоглядну функцію природничих наук, профілізацію математичних дисциплін до прикладного спрямування.

Методику навчання математики описують у своїх роботах Я. М. Жовнір, В. І. Євдокимов, З. І. Слєпкань. Питаннями впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в шкільну освіту займалися вітчизняні вчені: М. С. Головань, Ю. В. Горошко, А. П. Єршов, М. І. Жалдак, Ю. І. Машбиць, В. М. Монахов, Т. І. Чепрасова, М. І. Шкіль та інші. Проблема розвитку творчого мислення школярів присвячено роботи таких вчених Г. С. Альтшуллера, Д. Б. Богоявленської, О. І. Клепікова, М. І. Меєровича, Я. О. Пономарьова та інших. Проблема психолого-педагогічного формування творчої особистості займались С. Л. Рубінштейн, О. М. Леонтьєв, А. П. Єршов, В. М. Монахов, М. М. Моїсєєв. Проблема STEM-освіти займаються зарубіжні науковці Хізер Гонсалес, Джеффри Куензі Девід Ленгдон, Кейт Ніколс та інші.

Однак питання ефективності використання інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема системи GeoGebra, на уроках математики, добір евристичних, дослідницьких та прикладних математичних задач в контексті впровадження STEM-освіти є недостатньо дослідженими. На основі емпіричних даних підтверджується ефективність навчання з використанням евристичних, дослідницьких та прикладних задач в шкільному курсі математики з використанням системи динамічної математики GeoGebra в процесі впровадження STEM-освіти.

Сьогодні STEM-підходи реалізуються в багатьох українських школах та позашкільлі (різноманітні олімпіади, діяльність Малої академії наук, конкурси і заходи: Intel Techno Ukraine; Intel Eco Ukraine; Фестиваль науки Sikorsky Challenge; наукові пікніки, хакатони і багато іншого).

Залучення учнів у STEM може впливати на розвиток наступних навичок: 1) Співробітництво (для досягнення інноваційних результатів і розв'язування складних завдань, в команді повинні працювати особистості з різним науковим і технічним бекграундом); 2) Комунікативність (навчання в області STEM надає широкі можливості для спілкування “один на один” і “один-до-багатьох”); 3) Творчість (з використанням креативних вмінь можна покращити науковий і технологічний проект, показати його нерозкриті можливості; 4) Критичне мислення (здатність осмислити, вдумливо й обґрунтовано проаналізувати і застосувати знання).

Розв'язування математичних задач передбачає досягнення декількох педагогічних і дидактичних цілей. В залежності від змісту задач та дидактичних цілей можна виокремити навчальну, розвивальну та виховну ролі. Відносно навчальної ролі виокремлюють задачі для засвоєння математичних понять, для оволодіння математичною символікою, для навчання доведення, для формування математичних вмінь і навичок. Відносно розвивальної ролі виокремлюють задачі на розвиток мислення,

розумових вмінь, сприйняття та пам'яті. Виховну роль мають проблемні ситуації, захоплюючі задачі, що формують інтерес до математики.

Ефективність математичних задач і вправ, що активізують розумову діяльність учнів на уроці залежить від ступеня творчої активності учнів [5]. Під час розв'язування таких задач учні вчаться розглядати всі можливі варіанти заданої ситуації, тобто привчаються до «повноти диз'юнкції». У дослідженні здійснено класифікацію математичних задач за різними ознаками. Математичні задачі і вправи, що активізують розумову діяльність школярів розраховані на відтворення (під час розв'язування спрямовані на пам'ять і увагу), розв'язування яких приводить до нових ідей. Задачі і вправи на доведення істинно впливають на розвиток логічного мислення учнів, розроблення логічних схем розв'язування задач, виникає потреба в обґрунтуванні математичних фактів та понять [1, 3, 5].

Математичні задачі, в залежності від їх ролі в навчальному процесі, поділяються на задачі з дидактичними функціями; задачі пізнавального характеру; розвиваючі задачі. Рекомендується використання системи GeoGebra для розв'язування системи рівнянь з параметрами, так як розв'язування рівнянь та нерівностей з параметрами відкриває перед учнями значну кількість евристичних прийомів загального характеру, цінних для математичного розвитку особистості, що використовуються в дослідженні та в навчально-виховному процесі. У процесі навчання математичних дисциплін система GeoGebra використовується як засіб для візуалізації досліджуваних математичних об'єктів, виразів, ілюстрації методів побудови; як середовище для моделювання та емпіричного дослідження властивостей досліджуваних об'єктів; як інструментально-вимірювальний комплекс, що надає користувачеві набір спеціалізованих інструментів для створення і перетворення об'єкта, а також вимірювання його заданих параметрів. Використання системи GeoGebra сприяє візуалізації об'єкта дослідження, демонстрації його властивостей, уникненню рутинних дій, пов'язаних із створенням допоміжних зображень; представлення навчального матеріалу ілюстраціями (статичними і динамічними зображеннями, графіками, схемами, таблицями), в тому числі різного педагогічного призначення (для формування інтересу учнів щодо теми пропонованого заняття, візуального супроводу або пояснення виконуваних виразів, демонстрації прикладів застосування здобутих знань у житті). Залучення учнів на практичних заняттях до виконання завдань з використанням середовища GeoGebra сприяє розширенню кола навчальних завдань, включаючи в нього нестандартні завдання дослідницького характеру, оптимізаційних задач [4]. Важливим в шкільному курсі математики є прикладне спрямування, це орієнтація цілей, змісту та засобів навчання в напрямку набуття учнями в процесі математичного моделювання знань, вмінь і навичок, що використовуватимуться ними у різних сферах діяльності. У дослідженні

наведено ряд прикладів, використання яких сприяють підвищенню ефективності щодо розв'язування евристичних задач та вирішенню відповідних прикладних життєвих проблем [1, 2, 3, 4, 5].

Приклад 1. При яких значеннях параметра a множина розв'язків нерівності $\sqrt{5-x} + \sqrt{x^2 + 2ax + a^2} \leq 3$ є відрізком числової прямої?

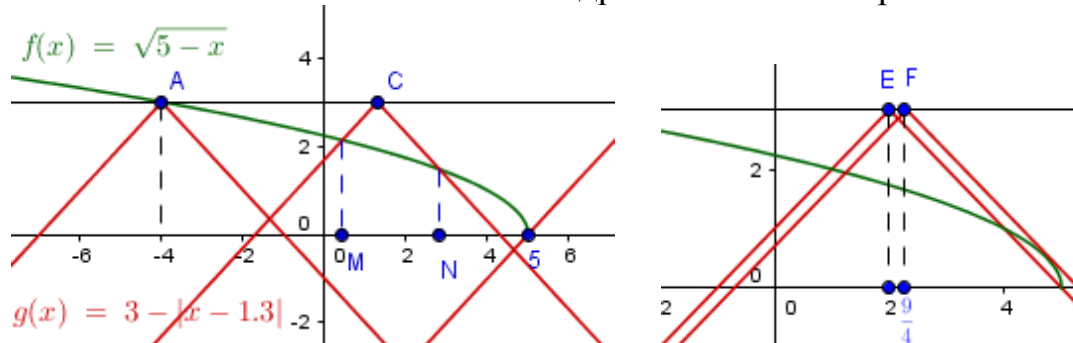


Рис.1

Приклад 2. Скільки коренів має рівняння $\sqrt{x+a} = \log_{\frac{1}{3}}(x-2a)$ в залежності від значень параметра a ?

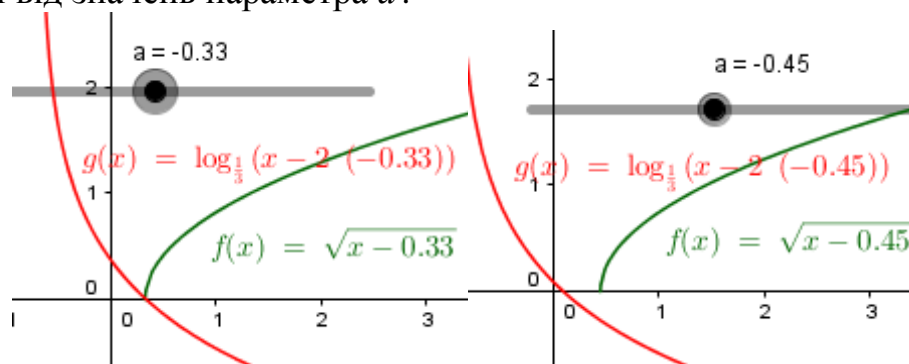


Рис. 2

Розв'язування задач прикладного спрямування передбачає використання функціональних компонентів, пов'язаних з мотивацією і постановкою цілей вивчення курсу, з'ясуванням учнями важливості прикладної складової та прикладного потенціалу абстрактної складової курсу. Навчальні дії, що пов'язані із внесенням до навчання компонентів, характерних для прикладної діяльності: використання евристичних міркувань, застосування математичного моделювання як основи вивчення курсу математики та методу розв'язування прикладних задач, розвиток математичних вмінь та навичок, потрібних для розв'язування прикладних задач; професійно-навчальній діяльності (навички планування та корегування діяльності, самостійної роботи, творчої діяльності, роботи із комп'ютерними програмами); дії, пов'язані з моделюванням геометричних ситуацій [5].

Сутність прикладної спрямованості шкільного курсу математики полягає в здійсненні міжпредметних зв'язків. Основним методом реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу математики є метод

математичного моделювання, а найбільш ефективним засобом – прикладні задачі, розв’язування яких потребує глибоких знань як з математики, так і з інших дисциплін. Виокремимо такі етапи математичного моделювання в процесі розв’язування прикладних задач: створення математичної моделі; дослідження математичної моделі (розроблення алгоритму розв’язування задачі); інтерпретація розв’язків (з’ясовується, чи відповідають отримані розв’язки умові даної задачі).

Достатню кількість задач з використанням системи GeoGebra показано в [1], [4], де висвітлено доцільність даного програмного продукту. Розв’язування задач з використанням ІКТ «сприяє формуванню в учнів рефлексії своєї діяльності», чого важко досягти в «безмашинному» навчанні. Насамперед учні мають можливість наочно показати результати навчальної діяльності, свідомо реалізувати свої думки й дії, аналізувати й оцінювати успіхи і невдачі.

Безперечно, потребує ґрунтовного вирішення проблема щодо створення навчально-методичного забезпечення в контексті використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках математики із врахуванням міжпредметного підходу у шкільній освіті й відповідної підготовки вчителів. В процесі розв’язування прикладних задач доцільно залучати роботу в парах, особистісно орієнтований підхід, що включає метод проектів, навчання в співпраці, контекстне навчання, інтенсивне навчання й різнорівневе навчання.

Основними підходами у в процесі реалізації методу проектів є: системний, культурологічний, аксіологічний, діяльнісний, особистісно зорієнтований, дослідницький та технологічний. Проектна діяльність у педагогіці розглядається у двох аспектах: 1) як процес розробки окремими педагогами або колективами вчителів теоретичних моделей – освітніх програм і методик їх реалізації, цілей і конструктивних схем досягнення; 2) як проектна діяльність студентів – складова навчальної діяльності, підпорядкована певним організаційним засадам [6]. Навчальний проект є дидактичним засобом, за допомогою якого студенти долучаються до перетворювальної творчої діяльності на основі планування. Усвідомлення особистої значущості справи, задоволення індивідуальних здібностей і потреб у поєднанні з набуттям нових знань у ситуації інтелектуального напруження й самостійності сприяє формуванню й розвитку мотивів навчання – почуття обов’язку, бажання вчитися, потреба в самоосвіті та пізнавальних інтересах.

У практичній діяльності розробляються різноманітні проекти, що розрізняються за сферою застосування, масштабом, ступенем складності, впливом результатів тощо. Отже, система класифікації проектів містить такі складові: тип проекту (за провідними сферами діяльності, в яких здійснюється проект); клас проекту (за складом і структурою проекту); масштаб проекту (за розміром самого проекту, кількістю учасників і мірою

впливу на навколишній світ); тривалість проекту (за терміном здійснення); складність проекту; вид проекту (за характером предметної галузі). Розглядається типологія навчальних дослідницьких проектів [4], що залежить від цілей і завдань навчання та задається кількома параметрами класифікаторами. За основу в навчальному процесі побудови варіативних моделей взято діяльнісний підхід. Варіативна модель проектування представлена на основі компетентнісного підходу в сучасній освіті із врахуванням основних етапів проектування (цільового, методологічного, факторного, структурного, функціонального, ресурсного, дефіцитарного, процесуального, прогностичного та результативного) [3]. У дослідженні ґрунтовно описано модель навчального курсу «Математичні основи інформатики». Суть проектної діяльності на уроках математики полягає в тому, що моделюється процес наукового пошуку, відбувається внутрішнє емоційне переживання захоплюючої історії математичного пізнання. Метою проекту в шкільному курсі математики є повторити і розширити основні відомості про функції, набуті в основній школі, поглибити знання про способи задання функцій та проаналізувати, які з цих способів доцільно використовувати на практиці, в різних галузях науки. Навчальне середовище [3] має задовольняти природний потяг дитини до розвитку її пізнавальної активності, прагнення до дослідження і висновків. Забезпечення вищесказаного потребує виконання таких умов, як симетричний розподіл навчального часу між гуманітарними і природничо-математично-технологічними предметами; зменшення в навчальному плані одногодинних предметів, орієнтація на інтегроване навчання; розширення матеріальної бази школи; навчально-методичне забезпечення, що включає дослідницькі завдання безпосередньо в довір'ї, збільшення в програмах навчального часу на проведення практичних робіт, виконання проектів.

Список використаних джерел

1. Гриб'юк О.О. Використання систем комп'ютерної математики у контексті моделі змішаного навчання / О. О. Гриб'юк, В. Л. Юнчик // Математика. Інформаційні технології. Освіта: [зб. статей] / СНУ імені Лесі Українки. – Луцьк – Світязь, 2015. – С. 52 – 71.

2. Гриб'юк О. О. Моделювання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій в контексті навчання математики / О.О.Гриб'юк, В.Л.Юнчик // Моделювання в навчальному процесі: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (23-27 лютого 2015 р.) / укладач Н.А. Головіна. - Луцьк : Вежа-Друк, 2015. - С.154-157.

3. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. / Гриб'юк О.О.// Наукові записки. – Випуск 7. – Серія: Проблеми

методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. – Кіровоград.: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – С. 38 – 50.

4. Гриб'юк О.О. Система динамічної математики GeoGebra як засіб активізації дослідницької діяльності учнів / О. О. Гриб'юк, В. Л. Юнчик // Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи : зб. наук. пр. - К.-Л., 2015. - Вип.4. - Ч.1. - с. 163-167.

5. Grybyuk O.O. Mathematical modelling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry // Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 46-53.

6. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / под. ред. Е. С. Полат. – М. : Академия, 2001. – 272 с.

7. Andreas Schleicher. PISA 2012 Results in Focus What 15-year-olds know and what they can do with what they know / Andreas Schleicher. – 2014. – Access to the resource: www.oecd.org/pisa.

8. Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 international results in mathematics. Chestnut Hill, MA: Boston College.

9. Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Stanco, G.M. (2012). TIMSS 2011 international results in science. Chestnut Hill, MA: Boston College.

10. TIMSS & PIRLS International Study Center. (2008). TIMSS and PIRLS 2011 survey operations procedures unit 1: Sampling schools and obtaining their cooperation. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Summary. Hrybiuk O.O., Yunchyk V.L. HEURISTIC PROBLEMS BY USING THE SYSTEM OF DYNAMIC MATHEMATICS GEOGEBRA IN THE STEM-EDUCATION

Efficiency of use of GeoGebra in the process of solving mathematical problems to enhance teaching and learning of pupils, and basic functions of dynamic mathematics GeoGebra is demonstrated in the article.

Particular attention is paid to the possibility of forming research competence of students in the process of solving heuristics and applications.

The emphasis are placed on the potential development of students' specific style of thinking that along with verbal communicative thinking form the basis of the intellectual development of the student. The classification of mathematical problems on different grounds is realized. Achieving pedagogical and didactic purposes in the process of solving mathematical problems is demonstrated.

Several examples of the use of which enhance effectiveness in solving problems and heuristic solution corresponding applied life problems are

presented in article. The importance of a school course of mathematics applied areas is shown.

The basic approach in the implementation of the method aspects of projects and project activities is given. The expediency of the project activity in learning the mathematics school students is shown. The typology of educational research projects, depending on the goals and objectives of training and is set several parameters classifiers is considered. The study thoroughly describes the model course "Mathematical foundations of computer science."

Examples of computer models created with the use of GeoGebra are demonstrated.

The article focuses on the effectiveness of STEM-education. The influence of STEM at developing basic skills students is shown. The efficiency of heuristic solving problems by using GeoGebra Dynamic mathematics in the context of STEM-education is demonstrated.

Keywords: STEM-education, the system of dynamic mathematics, GeoGebra, Information and Communication Technology, the systems of computer mathematics, computer model, research competence, heuristic problems, project activity, educational research projects.

Анотація. У дослідженні продемонстровано ефективність використання системи GeoGebra в процесі розв'язування математичних задач з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, а також основні функції системи динамічної математики GeoGebra.

Особлива увага приділяється можливостям формування дослідницької компетентності учнів в процесі розв'язування евристичних та прикладних задач. Акценти розставлено на можливостях формування в учнів специфічного стилю мислення, що разом з вербально комунікативним мисленням складають основу інтелектуального розвитку учня. У дослідженні здійснено класифікацію математичних задач за різними ознаками. Показано досягнення педагогічних і дидактичних цілей в процесі розв'язування математичних задач.

У дослідженні наведено ряд прикладів, використання яких сприяють підвищенню ефективності щодо розв'язування евристичних задач та вирішенню відповідних прикладних життєвих проблем. Показано важливість в шкільному курсі математики прикладного спрямування.

Наведено основні підходи в процесі реалізації методу проектів та аспекти проектної діяльності. Показано доцільність проектної діяльності в процесі навчання учнів шкільному курсу математики. Розглядається типологія навчальних дослідницьких проектів, що залежить від цілей і завдань навчання та задається кількома параметрами класифікаторами. У дослідженні ґрунтовно описано модель навчального курсу «Математичні основи інформатики».

Наведено приклади комп'ютерних моделей, створених з використанням системи GeoGebra.

У статті увага акцентується на ефективність STEM-освіти. Показано вплив STEM на розвиток основних навичок учнів. Продемонстровано ефективність розв'язування евристичних задач з використанням системи динамічної математики GeoGebra в контексті STEM-освіти.

Ключові слова: STEM-освіта, система динамічної математики, GeoGebra, інформаційно-комунікаційні технології, системи комп'ютерної математики, комп'ютерна модель, дослідницька компетентність, евристичні задачі, проектна діяльність, навчальні дослідницькі проекти.