

Scientific journal

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Has been issued since 2013.

Науковий журнал

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)

ISSN 2413-1571 (print)


<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

*Крамаренко Т.Г., Пилипенко О.С. Проблеми підготовки учителя до впровадження елементів STEM-навчання математики. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 90-95.*

*Kramarenko T.G., Pylypenko O.S. Problems Of Preparation Of Teacher For Implementation Of Elements Stem-Teaching Mathematics. Physical and mathematical education. 2018. Issue 4(18). P. 90-95.*

DOI 10.31110/2413-1571-2018-018-4-014

УДК 378:[37.011.3-051:51]

Т. Г. Крамаренко

Криворізький державний педагогічний університет, Україна

kramarenko.tetyana@kdpu.edu.ua,

О.С. Пилипенко

Криворізька загальноосвітня школа, Україна

banadaolga96@gmail.com

#### ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ УЧИТЕЛЯ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

**Анотація.** У статті проаналізовано проблеми підготовки учителів математики та інформатики до використання сучасних технологій навчання, зокрема, впровадження елементів STEM-навчання математики учнів у закладах середньої освіти. Основною ідеєю STEM-освіти є навчання за чотирма профільними напрямками у міждисциплінарному та прикладному спрямуваннях. Це сприяє підготовці компетентних фахівців для високотехнологічних виробництв і забезпечує високий науковий потенціал суспільства. Розглядаючи питання STEM-освіти, STEM-компетентностей, дослідили, що запровадження таких форм навчання сприяє зацікавленню учнів до вивчення математики. Тому доцільна ґрунтовна підготовка учителів математики та інформатики щодо впровадження STEM-освіти. У статті наведено приклади щодо використання таких актуальних форм навчання як «перевернутий» клас, занурення, парні та групові форми роботи; лабораторні та проектні роботи. Акцентовано увагу на використанні STEM-проектів, що сприяє творчому розвитку учнів, готує їх до вирішення проблемних ситуацій в повсякденному житті. Використання методу проектів має забезпечувати сукупність дослідницьких, пошукових, проблемних, творчих підходів. У статті обґрунтовано необхідність використання у навчанні математики систем динамічної математики, зокрема *Gran* та *GeoGebra*. Використання зазначених засобів допоможе забезпечити чіткість графіки, візуалізацію досліджуваних математичних об'єктів, виразів, ілюстрацію методів побудови. Актуальною є підготовка учителів математики та інформатики до проведення уроків робототехніки. Через реалізацію міждисциплінарних зв'язків учні практично застосовують теоретичні знання, краще розуміють математичні поняття. У статті проаналізовано низку дослідницьких завдань для вивчення теорії ймовірностей та математичної статистики, у тому числі для використання систем динамічної математики, для розуміння закону великих чисел.

**Ключові слова:** STEM-освіта, методика навчання математики, вчитель математики та інформатики, ІКТ, *GeoGebra*, *Gran*, теорія ймовірностей та математична статистика.

**Постановка проблеми.** Сьогодення ознаменоване швидким економічним та інформаційно-технологічним зростанням, що вимагає підготовки вчителя, який користується інноваційними технологіями, новітніми методиками, практичним досвідом особистості. Сучасний тренд «STEM-освіта» – концепція інтегрованого навчання учнів за чотирма профільними дисциплінами в міждисциплінарному та прикладному контексті – є надзвичайно актуальним феноменом щодо отримання молоддю конкурентних переваг у різних сферах людської діяльності. Важливо розуміти, на які професії буде запит у майбутньому. Саме STEM-освіта сприяє підготовці компетентних фахівців для високотехнологічних виробництв і забезпечує високий науковий потенціал держави. Аналізуючи стан сучасного ринку праці й враховуючи його динаміку, можемо говорити про те, що в основі професій майбутнього будуть технології, які пов'язані зі STEM-освітою. Вирішення цих завдань можливе за умови удосконалення системи освіти, і пов'язане з мотивацією діяльності, процесами навчання і виховання в цілому, головна роль у яких відводиться розвитку творчої особистості. STEM-орієнтований підхід до навчання є актуальним напрямом модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного й гуманітарного профілів освіти, а STEM-грамотність – міждисциплінарною областю дослідження, яка поєднує науку, технології, інженерію та математику [1]. Запорукою запровадження STEM-освіти можуть стати креативні педагоги, які здатні своїми знаннями та вміннями зробити привабливими STEM-програми і методи навчання, спроможні генерувати ідеї, застосовувати фундаментальні знання для вирішення складних завдань у майбутній професійній діяльності своїх вихованців.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз психолого-педагогічної і методичної літератури свідчить, що концептуальні підходи та практичні напрями реалізації STEM-освіти цікавлять багатьох науковців, зокрема фахівців з методики навчання математики. Про необхідність застосування STEM-підходів у навчанні зазначають О. Барна [2], Ю. Ботузова [3], О. Гриб'юк [4]; І. Василяшко, Д. Васильєва [2], С. Волянська, О. Данилова, В. Єлізарова, Н. Морзе, О. Ткаченко, В. Юнчик та ін. Зокрема Л. В. Рожественська [2] пропонує STEM-проект, в якому учні можуть моделювати кімнату з підручних засобів чи будувати 3D-макет за допомогою геометричних фігур в просторі (площини, призми, піраміди, сфер, конусів, циліндрів тощо) з використанням системи динамічної математики GeoGebra. Доцільним є приклад, який пропонує Д. В. Васильєва учителям математики: можна запропонувати учням вдома переглянути відеофільм про ланцюги живлення, екологічну піраміду, а в класі проаналізувати набуті самостійно знання і розв'язати класичну екологічну задачу засобами математики.

Ми вивчали педагогічний досвід О. В. Євтушенко, Я. Черненко щодо запровадження елементів STEM-навчання математики в закладах професійної освіти. Автори подають приклади інтегрованих занять, під час яких пропонують практично застосувати математичні знання для розв'язування професійно спрямованих завдань.

По суті, STEM-підхід у навчанні стохастички розглядають М. І. Жалдак та Г. О. Михалін [5], О. Семеніхіна і М. Друшляк [6], Т. П. Кобильник та ін., пропонуючи для підготовки учителів математики та інформатики, а також подальшого використання у навчанні школярів, застосовувати вільне програмне забезпечення Gran1, GeoGebra, R.

Для просування сучасних підходів в галузі освіти в Україні було створено Інститут модернізації змісту освіти. Згодом, ініціативу підтримали провідні компанії, що працюють на території України. Відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» спільно з багатьма іншими партнерами провели три сесії Web-STEM-школи: «Web-STEM-школа-2017», зимова «Web-STEM-школа – 2018» [2] та літня «Web-STEM-школа – 2018». Web-STEM-школа – це унікальний простір нового формату, де збираються фахівці, які хочуть розвиватися та обмінятися досвідом, де шукають нові ідеї і знання, прагнуть об'єднати зусилля щодо освітніх ініціатив і обговорити проблеми запровадження проектно-дослідної діяльності та STEM-освіти в цілому. На сьогодні методика застосування STEM-підходів в умовах класно-урочної системи навчання є недостатньою розробленою і усталеною, тому тема дослідження є актуальною і доцільною ґрунтовна підготовка учителів щодо впровадження STEM-освіти.

**Мета статті** полягає у висвітленні переваг запровадження STEM-освіти, методичних особливостей навчання математики з використанням STEM-підходів, науково-методичних рекомендацій вчителям математики.

**Методи дослідження.** Для дослідження використовувались такі методи як системний науково-методологічний аналіз наукової, психолого-педагогічної та навчально-методичної літератури з проблеми дослідження, спостереження навчального процесу; аналіз результатів навчання відповідно до проблеми дослідження; синтез та узагальнення теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег.

**Виклад основного матеріалу.** Предметом нашого дослідження стала методика впровадження елементів STEM-навчання математики учнів у закладах середньої освіти. Для цього проаналізували стан дослідженості проблеми STEM-навчання у психолого-педагогічній, методичній та навчальній літературі; визначили психолого-педагогічні та методичні основи запровадження STEM-освіти; розробили систему заходів запровадження STEM-навчання у вивченні математики; науково-методичні рекомендації вчителям математики. Оскільки основною ідеєю STEM-освіти є навчання за профільними напрямками у міждисциплінарному та прикладному спрямуванні, то це сприятиме підготовці компетентних фахівців для високотехнологічних виробництв і забезпечуватиме високий науковий потенціал суспільства. STEM-освіта суттєво впливає на траєкторію вибору професії, визначає її прогностичність, перспективність, сприяє розвитку і саморозвитку креативності, творчості, нестандартності.

Для набуття майбутніми учителями математики та інформатики компетентностей із запровадження STEM-освіти доцільно не лише під час навчальних та виробничих практик залучати студентів до розробки і впровадження STEM-проектів, але й дедалі ширше використовувати STEM-підходи у викладанні математичних дисциплін. Зокрема цим ми активно послуговуємося у навчанні теорії ймовірностей та математичної статистики. Через реалізацію міжпредметних зв'язків практично застосовують знання теорії, краще розуміють математичні поняття, отримують можливість застосувати знання з математики на практиці. Як вище сходинок можна розглядати розробку і впровадження інтегрованих навчальних дисциплін. При цьому відкритою залишається проблема створення навчальних програм, які інтегрують STEM-предмети. Досвід роботи показує, що доцільно для набуття навичок STEM-навчання виокремлювати частину лабораторних занять з методики навчання математики для оволодіння майбутніми учителями програмними засобами навчання математики.

Під час курсів підвищення кваліфікації доцільно учителям математики пропонувати лекції щодо запровадження STEM-освіти, брати участь у роботі семінарів, у тому числі веб-семінарів, з можливістю презентації власного досвіду із зазначеного питання і обговорення досвіду колег. Зокрема, такі семінари сумісно з викладачами інформатики ми проводили для викладачів математики в системі професійної освіти.

Проаналізуємо, які проблеми можуть виникати при підготовці учителів математики та інформатики до використання сучасних технологій навчання, зокрема, впровадження елементів STEM-навчання математики.

Розглядаючи питання STEM-освіти в сучасній школі, доцільно привертати увагу до того, що учитель має готувати учнів до комплексного вивчення світу, а не сприйняття його у вигляді ізольованих частин. Досягати цього можна, насамперед, через використання у навчанні міжпредметних зв'язків, впровадження міжпредметних проектів, розв'язування прикладних задач, проведення інтегрованих уроків. Здобувачів освіти слід дедалі ширше залучати до постановки проблеми, пошуку шляхів її розв'язування. А тому виникає проблема залучення тих, хто навчається, до самостійної дослідницької діяльності. За доцільного застосування набуває значної ваги метод навчання як дослідження. Учителю потрібно ґрунтовно продумувати способи інтеграції теми, виокремивши певні тематичні дні чи блоки навчальної програми, спонукати учнів до обрання тем, які мають практичний зміст. Відштовхнутися можна від прикладів, яких зараз є чимало у мережі Інтернет, а у подальшому їх удосконалити, наприклад, розширюючи напрямки

дослідження. Для прикладу, при розробці проекту за ключовим словом «Вода», «математики» можуть визначати втрати води, якщо не відремонтований кран, а також кошти, які необхідні на повторну її очистку. При вивченні тем «Многогранники», «Тіла обертання» пропонувати учням створювати з паперу чи інших матеріалів, наприклад, макети меблів у кімнаті, виготовляти макети будинків, певних локацій на природі. Адже мейкерство є одним із STEM-підходів у навчанні.

Різноманітні гаджети, зокрема відповідні додатки для мобільних телефонів, мають стати дієвими інструментами завдяки STEM-освіті для засвоєння математики і набуття навичок розв'язування математичних задач через математичні практикуми з завданнями дослідницького характеру; демонстрацію експериментів з їх аналізом, що систематизує отримані знання; участь у навчальних проектах. Важливо, щоб методологія STEM-навчання сприяла переходу від передавання системи знань від учителя до учня до самостійного конструювання учнем особистої системи знань у навчальному процесі на основі дослідницьких підходів у навчанні. Створюючи ситуацію успіху, вчитель має відігравати роль менеджера у процесі пошуку учнем нових знань. На стадії навчання у середній школі запровадження STEM-підходів має закріпити стійку цікавість учнів до вивчення природничо-математичних наук, у старшій профільній школі – сприяти вибору STEM-професії, STEM-профілю вищої освіти. STEM-орієнтований підхід до навчання сприятиме популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді.

Здійснення переходу до компетентнісної моделі навчання та впровадження нових методичних підходів передбачає принципово нове цілепокладання у педагогічному процесі, зміщення акцентів у навчальній діяльності з вузькопредметних на загальнодидактичні. Впровадження наскрізного STEM-навчання потребує оновлення структури та змісту навчальних предметів, спецкурсів; компетентнісно-орієнтованих форм і методів навчання. Не менш важливим для учителя є підготовка до визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметні компетентності. STEM-навчання реалізується шляхом набуття відповідних STEM-компетентностей, які значною мірою пов'язані з ключовими (надпредметними) компетентностями. Під «компетентністю» розуміємо сукупність особистісних якостей (ціннісно-смыслових орієнтацій, знань, умінь, навичок, здібностей), обумовлених досвідом його діяльності в певній соціально і особистіснозначущій сфері. Як STEM-компетентності можна розглядати здатність до інноваційної діяльності, що включає готовність до розв'язання комплексних задач, критичне мислення, креативність, вміння працювати в команді, організаційні здібності, емоційний інтелект, оцінювання і прийняття рішень, здатність до ефективної взаємодії, вміння домовлятися, когнітивна гнучкість.

Важливо, щоб учитель набув досвіду запровадження таких актуальних форм навчання як «перевернутий» клас (Flipped Classroom), коли опанування теоретичним матеріалом виноситься на самостійне опрацювання, а під час аудиторних занять розглядаються питання їх практичного застосування. Доцільно здійснювати так зване «занурення» в тему, парні та групові форми роботи; лабораторні та проектні роботи. Акцентуємо увагу на використанні STEM-проектів, що сприятиме творчому розвитку учнів, готуватиме їх до вирішення проблемних ситуацій в повсякденному житті. Використання методу проектів має забезпечувати сукупність дослідницьких, пошукових, проблемних, творчих підходів. Залучення до дослідництва та винахідництва, проведення тематичних тижнів, наукових «підніжків», навчальних практик, реалізація міждисциплінарних проектів, участь у спеціалізованих гуртках, конкурсах, фестивалях також можуть бути прикладами актуальних форм STEM-навчання. Ми розробляли і впроваджували проекти, які пов'язані з вимірюваннями на місцевості з використанням знань ознак рівності і подібності трикутників, теореми косинусів, синусів та інші.

Розглянемо окремі засоби для реалізації STEM-навчання, питання добору змісту і побудови системи задач. Приклади STEM-підходів у навчанні математики подано нами у навчальному посібнику для учителів математики, студентів педагогічних закладів вищої освіти [7]. Зокрема, при дослідженні функцій, розв'язуванні задач з параметрами, планіметричних задач на дослідження та доведення, задач на відшукування екстремальних значень функції та ін. Як один з важливих Engineering-інструментів пропонується використання системи динамічної математики *Gran*. У публікації [8] ми обґрунтували доцільність використання у навчанні математики системи динамічної математики *GeoGebra*. Наші напрацювання певною мірою перетинаються з добірками завдань, представленими Ю. В. Ботузovou [3], що є підтвердженням актуальності застосування зазначених E-інструментів. Використання зазначених засобів допоможе забезпечити чіткість графіки, візуалізацію досліджуваних математичних об'єктів, виразів, ілюстрацію методів побудови. Через розробку «інтерактивних» динамічних креслень, моделювання математичних об'єктів та спостереження за їх динамічними змінами, можна формувати у тих, хто навчається, вміння виділяти характерні ознаки, встановлювати закономірності, висувати гіпотези, узагальнювати.

Наприклад, під час виконання STEM-проекту можуть виникати моменти, коли доцільно дібрати певне фото, завантажити його на полотно побудови, виділити графіки, дібрати формули для опису яких можна засобами *GeoGebra*. Описуючи графіки за допомогою відповідних інструментів, можна найкраще дібрати потрібні функції. Математичне моделювання з використанням систем динамічної математики сприятиме глибшому розумінню тем, що вивчаються. Перед поясненням нового матеріалу з теми «Побудова графіків функцій  $y = kf(x)$  та  $y = f(kx)$ » можна зробити заготовки графіків функцій  $y = k\sqrt{x}$  та  $y = \sqrt{kx}$  в програмному засобі *GeoGebra*. Тоді, використовуючи інструмент «Бігунок», замість значення  $k$  будуть підставлені певні числа. Аналізуючи перетворення графіків при  $0 < k < 1$  та  $k > 1$ , можна здійснити узагальнення для побудови графіків за перетвореннями  $f(kx)$  та  $kf(x)$ .

Упродовж вивчення змістової лінії «Функції» радимо учителям залучати учнів до виконання проекту «Жива картина». Спочатку варто зобразити малюнок на аркуші, далі подати його в системі динамічної математики за допомогою побудови графіків. При цьому до координат окремих точок, формул, якими задано функції, доцільно вводити параметри, щоб у подальшому, змінюючи їх, отримувати динамічні графіки.

Вивчаючи тему «Геометричні перетворення на площині», радимо учителям математики реалізувати STEAM-проект «Писанка». Спочатку необхідно намалювати «писанку» на папері кольоровими олівцями, а тоді створити її засобами *GeoGebra*, будуючи графіки функцій, рівнянь та різноманітних геометричних фігур. Під час побудови користуються симетрією відносно точки і прямої, поворотом навколо точки, паралельним перенесенням. За допомогою інструмента «Бігунок» та інших можна створити динамічні комп'ютерні моделі, що зацікавлює до предмету, підвищує

розумову активність та розвиває творче мислення. Під час побудови такої «писанки» у молоді будуть задіяні новаторські здібності, винахідництво, розвиватиметься логічне мислення. В системах динамічної математики є можливість симетричної побудови геометричних фігур відносно координатних осей, побудови фігур, що мають симетрію обертання, паралельне перенесення об'єктів, застосування гомотетії, динамічна побудова графічних об'єктів та створення анімацій, що значно спростить розуміння цих тем і ще більше візуалізує STEM-проєкт.

Одним із напрямів розвитку STEM-освіти є робототехніка. Робототехніка – галузь техніки, пов'язана з розробленням і застосуванням роботів, а також комп'ютерних систем для управління ними, сенсорного зворотного зв'язку та коректного опрацювання даних. Як зазначає О. О. Гриб'юк [4], введення елементів робототехніки в шкільні предмети сприяє підвищенню мотивації та інтересу учнів, урізноманітнює навчальну діяльність, в тому числі із використанням активних групових методів навчання, допомагає вирішувати завдання практичної спрямованості. Робототехніка в освіті – це міждисциплінарні заняття, що інтегрують у собі науку, технологію, інженерну справу, математику, засновані на активному навчанні. Навички та здібності, що розвиваються: дрібна моторика; знання основ механіки, математики та програмування; вміння працювати в команді; розвиток логічного та технічного мислення; розвиток аналітичних здібностей; розуміння точних наук; моделювання, конструювання, програмування прототипів роботів, що можуть знайти своє застосування в таких сферах як логістика, автомобілебудування, будівництво тощо; вміння аналізувати отримані дані та приймати рішення.

Уроки робототехніки передбачають командну роботу, де, зазвичай, працюють у парах: збирають робота, пишуть програму. Робота в парах дає змогу ретельніше продумати проблему, обмінятися ідеями з партнером і лише потім втілити їх в життя. Командна робота сприяє розвитку навичок спілкування, вміння висловлюватись, критичного мислення, вміння переконувати й вести дискусію. Ця форма роботи дозволяє набуті навичок співробітництва, оволодіти вміннями висловлюватись та активно слухати. Дані навички дуже необхідні в сучасному житті. Під час уроку з робототехніки учні практично застосовують теоретичні знання, отримують можливість застосувати шкільні знання з математики на практиці і краще розуміють значення відсотків, тригонометричних функцій тощо. Теоретичні обчислення з численними припущеннями і наближеннями суттєво відрізняються від того, що відбувається в реальності. Йдеться про обґрунтовані шляхи щодо необхідності проведення експерименту в навчальному закладі – своєрідного фундаменту будь-якого науковця та інженера.

Програмування реального робота допомагає візуалізувати закони математики в навколишньому світі, організувати міжпредметні зв'язки інформатики з предметами природничо-математичного циклу та ін. Наприклад, у програмному забезпеченні LegoMindstorms EV3 (це комплект робототехніки третього покоління в лінії MindstormsLego) є цілий блок присвячений математиці. Він називається «Операції з даними». І до його використання потрібно відповідно готувати учителів. Даний блок включає в себе такі підрозділи: змінна, константа, операції над масивом, логічні операції, математика, округлення, порівняння, діапазон (інтервал), текст, випадкове значення. При побудові робота використовується симетрія. Побудувавши один елемент робота, швидко створюють йому симетричний. Тому доцільно провести дослідження по визначенню осі симетрії у робота та її ролі в підтримці балансу. Перевага такої роботи полягає в тому, що учень знаходиться не в віртуальному просторі, а може відчувати і бачити математичне перетворення, якому навчається.

Практика показує, що не всі учителі готові до проведення уроків робототехніки. Готувати їх для цього варто не лише під час вивчення дисциплін інформатики, але й розглядаючи відповідні теми з методики навчання математики. Наприклад, можна запропонувати майбутнім учителям математики такі завдання: розрахувати число обертів колеса, необхідне для переміщення робота вперед на 88 см. Для розв'язування даного завдання спочатку потрібно розрахувати, скільки проїде робот за один оберт колеса, скориставшись формулою довжини кола  $C = \pi d$ , де  $d$  – діаметр кола. Вимірвавши діаметр колеса, отримуємо 56 мм. Отже, за один оберт робот проїде 176 мм, а 88 см – за 5 обертів. Доречно буде задати подібне завдання: розрахувати, на скільки градусів повинні повернутися колеса для переміщення робота вперед на відстань 88 см. З'ясувавши, що при повороті коліс на  $360^\circ$  робот проїде 176 мм, отримують відповідь і наочно перевіряють її. Також можна запропонувати позмагатися, давши спробу для переміщення роботів на задану відстань: хто виявиться ближче до фінішної смуги, той переможе.

Можна запропонувати й інші завдання з програмування робота, використовуючи математичні знання. Наприклад, задати таку швидкість мотору, щоб робот об'їхав перешкоду по колу. Для виконання цього завдання необхідно спочатку виміряти відстань між центрами коліс, адже у кожного робота вона різна.

Нехай відстань від перешкоди до першого колеса дорівнює  $R_1$ , а відстань між центрами коліс  $R_2$ . За один і той же час колеса проїдуть різну відстань з різною швидкістю: ліве колесо буде рухатися з радіусом  $R_1$ , а праве – з радіусом  $(R_1+R_2)$ . Нехай довжина кола, по якому буде рухатися ліве колесо,  $C_1$ , а довжина кола, по якому буде рухатися праве колесо,  $C_2$ , тоді отримуємо:  $C_1 = 2\pi R_1$ ,  $C_2 = 2\pi(R_1 + R_2)$ . Позначимо за  $V_1$  і  $V_2$  швидкості моторів правого і лівого коліс відповідно, виразимо час через швидкості правого і лівого моторів, отримуємо:

$$t = \frac{2\pi R_1}{V_1}; t = \frac{2\pi(R_1 + R_2)}{V_2}.$$

Оскільки час однаковий, прирівняємо праві частини рівностей і виразимо відношення  $V_2$  до  $V_1$ :

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}.$$

Уроки робототехніки допомагають вирішенню прикладних завдань, надихають молодь до новаторства в сфері науки, технології, математики, заохочують учнів думати творчо, аналізувати ситуацію, критично мислити, застосовувати свої навички для вирішення проблем реального світу.

Наведемо приклади дослідницьких завдань при вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики, у тому числі для використання системи динамічної математики і розуміння закону великих чисел. Проведення стохастичних експериментів, подальше опрацювання їх результатів, зокрема, з використанням систем динамічної математики, теоретичне узагальнення отриманих емпіричних результатів є STEM-підходом під час вивчення теорії ймовірностей та

математичної статистики. Найпоширенішими моделями для проведення стохастичних експериментів є монети, гральні кубики, колода гральних карт. Практична робота урізноманітнить заняття та підвищить інтерес до вивчення теми. До теми «Частота та ймовірність випадкової події» доцільно запропонувати виконати практичне завдання: провести серію експериментів, у яких відкидають монету чи кришечку від пляшки. Далі необхідно знайти частоту події «кришка впала емблемою вниз» та оцінити ймовірність залежності події.

Вивчаючи тему «Статистичний аналіз даних», можна запропонувати скласти таблицю середніх температур повітря в даному місяці в 15 столицях світу, а потім обчислити розмах, середнє значення, медіану і моду даної вибірки. Дана практична робота висвітлює міжпредметні зв'язки математики з географією та інформатикою, а також зацікавить учнів та покаже практичне застосування теми. Для опрацювання цих чи інших статистичних даних доцільно, крім традиційного підходу – вручну, використовувати STEM-підхід – з використанням одного з програмних засобів: Gran1, GeoGebra, Microsoft Excel, таблиці Google. Метою подібних завдань є залучення до дослідницької діяльності, висування гіпотез, експериментальна їх перевірка та опрацювання результатів експерименту.

**Висновки.** На основі аналізу наукової та навчально-методичної літератури можемо зробити висновки, що STEM-освіта як програма навчання у міждисциплінарному та прикладному спрямуванні передбачає формування критичного мислення та навичок дослідницької діяльності, готує здобувачів освіти до здійснення навчання впродовж життя, до успішного працевлаштування, сприяє розвитку технічно складних навичок із застосуванням математичних знань. Здобувачі освіти краще розуміють навчальний матеріал, коли вони самостійно створюють або винаходять. Це використовується із врахуванням перспектив подальшого розвитку.

У навчанні звичною була послідовність: спочатку теорія, а потім практика. STEM-освіта користується зворотнім шляхом «від практики до теорії». Спочатку придумують та досліджують, а вже потім, у процесі цієї діяльності, опановують теорію, отримують нові знання та узагальнюють їх. Цей підхід зараз досить часто використовується викладачами математики. Позашкільну STEM-освіту доцільно здійснювати через різноманітні гуртки, конкурси, заходи, олімпіади, які мають за мету захопити учнів та поглибити їх знання.

Залучення здобувачів освіти до виконання завдань з використанням систем динамічної математики Gran та GeoGebra сприяє розширенню кола навчальних завдань, включаючи до нього нестандартні завдання дослідницького та прикладного характеру. Це створює умови для досягнення високої мотивації навчання, забезпечення індивідуалізації процесу навчання. Навчання робототехніки в технологічному 21 столітті сприяє розвитку комунікативних здібностей молоді, розвиває навички взаємодії, самостійності при прийнятті рішень, розкриває у них творчий потенціал.

Програмування роботів, підготовка та проведення уроків робототехніки допомагає візуалізувати закони математики у навколишньому світі. Математика суттєво використовується у навчанні робототехніки, у розробці та впровадженні STEM-освіти, при цьому часто потрібні математичні розрахунки, які можуть виходити за межі шкільної програми.

Розглянувши низку форм та методів, апробувавши окремі з них, дійшли висновку, що метою кожного вчителя, який веде STEM-предмет, має стати мотивування та зацікавлення учнів. Чим різноманітнішими і цікавішими будуть уроки, тим більше учнів захопляться даним предметом. Впровадження елементів STEM-освіти в навчанні математики та інформатики дає можливість підвищити якість науково-технологічної підготовки учнів, що в подальшому сприятиме підвищенню їх життєвих компетентностей.

Для професійного зростання вчителя, обміну досвідом та пошуку нових ідей доцільно організувати семінари, включаючи дистанційні. При підготовці майбутніх учителів математики доцільно ширше використовувати STEM-підхід у навчанні математичних дисциплін, методику навчання математики, зокрема, здійснювати навчання з використанням систем динамічної математики.

#### Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України у 2018/2019 навчальному році (№ 22.1/10-2573 від 19.07.2018 р.). URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/61444/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/61444/) (дата звернення 29.11.2018 р.)
2. Український проект «Якість освіти». WEB-STEM-школа-2018. URL: <http://yakistosviti.com.ua/uk/web-stem-shkola-programa-2018> (дата звернення 29.11.2018).
3. Ботузова Ю.В. Динамічні моделі GeoGebra на уроках математики як основа STEM-підходу. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 3(17). С. 31–35.
4. Гриб'юк О. О. Комп'ютерне моделювання та робототехніка в навчально-виховному процесі сучасного навчального закладу. *Матеріали 7 міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv-2017*: Збірник наукових праць, м. Львів, 27-30 квітня 2017 р. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. С. 38–43.
5. Жалдак М. І., Михалін Г. О. Елементи стохастичності з комп'ютерною підтримкою: посібник для вчителів. Київ : РННУ "ДІНІТ", 2004. 125 с.
6. Семеніхіна О., Друшляк М. Розв'язування задач шкільного курсу статистики у середовищах Gran1 і GeoGebra: порівняльний аналіз. *Фізико-математична освіта*. Науковий журнал. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. № 1(4). С. 21–30.
7. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник / В. В. Корольський, Т.Г. Крамаренко, С.О. Семеріков, С.В. Шокалюк; науковий редактор М. І. Жалдак. Кривий Ріг : Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. 316 с.
8. Крамаренко Т. Г., Банада О. С. Використання системи динамічної математики GeoGebra в розробці STEM-проектів. *Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-математичних дисциплін*: збірник матеріалів І Міжнародної науково-практичної конференції, м. Кропивницький, 16-17 травня 2018 р. / за заг. ред. О. С. Кузьменко, В. В. Фоменка. Кропивницький, 2018. С. 80–83.

## References

1. Methodical recommendations on the development of STEM education in the institutions of general secondary and non-school education of Ukraine in the 2018/2019 academic year (№ 22.1/10-2573 vid 19.07.2018 r.). URL: [https://osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/61444/](https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/61444/) (Accessed 29 November 2018) (in Ukrainian).
2. Ukrainian project "Quality of Education". WEB-STEM-school-2018. URL: <http://yakistosviti.com.ua/en/web-stem-shkola-programa-2018> (Accessed 29 November 2018) (in Ukrainian).
3. Botuzova Yu.V. GeoGebra dynamic models at the mathematics lessons as a STEM-approach. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vypusk 3(17). pp. 31–35 (in Ukrainian).
4. Hrybiuk O. O. Computer modeling and robotics in the educational process of a modern educational institution. *Materialy 7 mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii FOSS Lviv-2017: Zbirnyk naukovykh prats*, m. Lviv, 27-30 kvitnia 2017 r. Lviv : LNU im. I. Franka, 2017. pp. 38–43 (in Ukrainian).
5. Zhaldak M. I., Mykhalin H. O. Elements of stochastics with computer support: tutorial for teachers. Kyiv : RNNU "DINIT", 2004. 125 p. (in Ukrainian)
6. Semenikhina O., Drushliak M. Problem solving school curriculum in Gran1 and GeoGebra environments: comparative analysis // *Fizyko-matematychna osvita. Naukovyi zhurnal. Sumy : SumDPU im. A.S.Makarenka*, 2015. № 1 (4). pp. 21–30. (in Ukrainian)
7. Korolskyi V. V., Kramarenko T.H., Semerikov S.O., Shokaliuk S.V.; Ed.: Zhaldak M. I. *Innovative Information and Communication Technologies for Mathematics Training: A Tutorial*. Kryvyi Rih: Knyzhkove vydavnytstvo Kyrieievskoho, 2009. 316 p (in Ukrainian).
8. Kramarenko T. H., Banada O. S. Using the GeoGebra Dynamic Mathematics System in the development of STEM projects. *Aktualni aspekty rozvytku STEM-osvity u navchanni pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin : zbirnyk materialiv I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsi*, m. Kropyvnytskyi, 16-17 travnia 2018 r. Ed.: O. S. Kuzmenko, V. V. Fomenko. Kropyvnytskyi, 2018. pp. 80–83. (in Ukrainian).

## PROBLEMS OF PREPARATION OF TEACHER FOR IMPLEMENTATION OF ELEMENTS STEM-TEACHING MATHEMATICS

Kramarenko<sup>1</sup> T.G., Pylypenko<sup>2</sup> O. S.<sup>1</sup>Kryvyi Rih State Pedagogical University, <sup>2</sup>Kryvyi Rih Secondary School, Ukraine

**Abstract.** *The article analyzes the problems of preparing teachers of mathematics and informatics for using of modern teaching technologies, in particular, the introduction of elements of STEM-teaching mathematics for pupils in secondary school. The basic idea behind STEM-education is to study in four profile directions in the interdisciplinary and applied direction. It contributes to the training of competent specialists for high-tech industries and provides the high scientific potential of society. Considering the question of STEM-education, STEM-competencies, we have reached that the introduction of such forms of learning which contributes to the interest of students in the study of mathematics. Therefore, it is advisable to thoroughly prepare teachers of mathematics and informatics on the implementation of STEM-education elements. In the article examples are given on the use of such topical forms of study as "inverted" class, immersion, pair and group forms of work; laboratory and project works. The emphasis is on the use of STEM-projects, which contributes to the creative development of students, prepares them for solving problem situations in everyday life. Use of the projects method should provide a set of research, search, problem, creative approaches. The article substantiates the necessity of using the systems of dynamic mathematics in teaching mathematics, in particular Gran and GeoGebra. Using these tools will help to ensure the clarity of graphics, visualization of the studied mathematical objects, expressions, illustration of methods of construction. Now the preparation of teachers of mathematics and computer science to carrying out lessons of robotics is relevant. Through the realization of interdisciplinary connections, pupils practically apply theoretical knowledge for better understand mathematical concepts. The article analyzed a row of research tasks for the study of the theory of probabilities and mathematical statistics, for using of systems of dynamic mathematics, and for understanding the law of large numbers.*

**Key words:** *STEM-education, mathematics teaching methodology, teacher of mathematics and informatics, ICT, GeoGebra, Gran, probability theory and mathematical statistics.*