

перспективи: матеріали IV міжнародної наук.-практ. інтернет-конф., м. Тернопіль, 7 листопада 2019 р. Тернопіль, 2019. С. 41–43.

2. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення 31.03.2021).

3. Balyk Nadiia, Barna Olga, Shmyger Galina, Oleksiuk Vasyl. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. URL: [http://icteri.org/icteri-2018/pv2/paper\\_157.pdf](http://icteri.org/icteri-2018/pv2/paper_157.pdf) // Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops, Kyiv, Ukraine, May 14–17, 2018.

4. Shmyger G., Balyk N. Approaches and features of modern STEM-education. Physical-mathematical education, 2017. Vol.2, p. 26–30.

## ЦИФРОВЕ МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В STEM-ОСВІТІ: ОГЛЯД РЕСУРСІВ

**Барна Ольга Василівна**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформатики та методики її навчання,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка,  
[barna\\_ov@fizmat.tnpu.edu.ua](mailto:barna_ov@fizmat.tnpu.edu.ua)

За даними прес-служби Міністерства освіти і науки України, заснованих на результатах дослідження якості освіти за допомогою тесту PISA у 2018 році, 36 % українських школярів не мають навіть базового рівня математичних знань і умінь [3]. На думку експерта з питань освіти Реанімаційного пакету реформ Володимира Бахрушина, задля виходу із цієї ситуації «варто змінити зміст освіти з математики, аби діти не просто робили типові розрахунки, а розв’язували прикладні задачі, які вони зможуть застосувати на практиці». Одним із каталізаторів таких змін, як демонструють результати аналізу освітніх систем країн із ТОП-10 учасників вимірювань PISA, є широке та планомірне запровадження STEM-освіти. Адже інтеграція науки, технології, математики та інженерії, що є основою STEM-освіти, власне забезпечує практико-зорієнтований, інноваційний зміст шкільної освіти [1].

Питання впровадження STEM-освіти у навчальних закладах вивчалось рядом дослідників [1; 2], однак за умов різноманітних обмежень внаслідок поширення вірусу COVID-19 нагальною є потреба вивчення питання цифровізації STEM-освіти. Тому метою даного дослідження є огляд електронних платформ, які можуть забезпечити розробку STEM-проектів, зокрема інструментів цифрового математичного моделювання.

Серед платформ, які підтримують технології цифрового моделювання, виділимо наступні категорії (рис. 1).

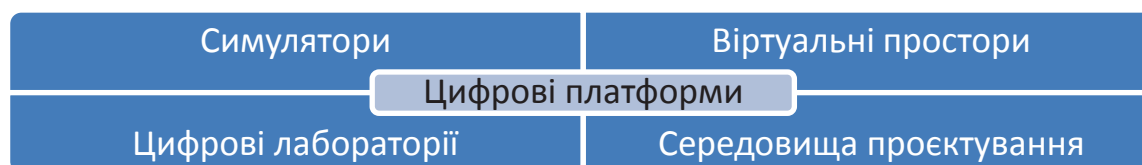


Рис. 1. Цифрові платформи математичного моделювання

До цифрових симуляторів процесів, які відображають математичні закономірності, можна віднести сервіс <https://brilliant.org/>, який пропонує цілу низку візуального представлення динамічних моделей (рис. 2).

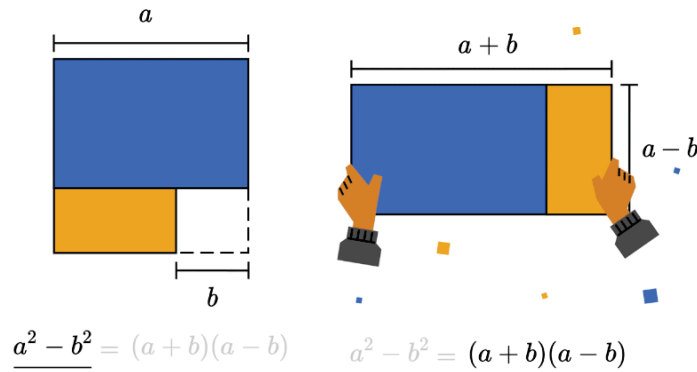


Рис. 2. Приклад візуалізації формул скороченого множення на сайті Бріліант (<https://brilliant.org/>)

Більш складні проекти, які демонструють математичні поняття через спеціально створені симуляції, розроблені університетом Колорадо (<https://phet.colorado.edu/uk>). Важливо, що при використанні таких симуляцій учні мають змогу змінювати параметри моделі, реалізуючи деякий комп'ютерний експеримент. Більш складні симуляції представлені на платформі Вольфрам (<https://demonstrations.wolfram.com/>), деякі із них розроблені засобами мови wolfram школярами (рис. 3).

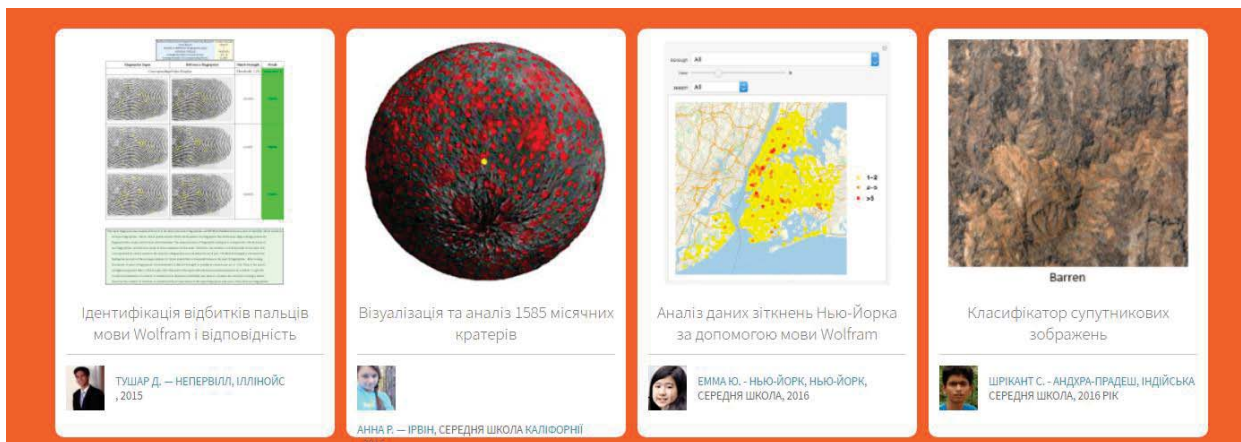


Рис. 3. Приклади учнівських проектів (<https://www.computationinitiative.org/>)

Прикладом віртуального простору для моделювання є платформа Масіген (<https://uk.mathigon.org/>). Слід зазначити, що основу платформи становить інтерактивний електронний підручник, який знайомить учнів із основними математичними поняттями та містить добірки для реалізації STEM-проектів, які опираються на життєві задачі, які реалізовані мовою математики. Віртуальний простір для моделювання містить значну кількість симуляторів, які об'єднані у розділи та дозволяють проводити експерименти та реалізовувати проекти.



Рис. 4. Реалізація віртуального простору для математичного моделювання на сайті <https://uk.mathigon.org>

Бібліотека навчальних лабораторій <https://www.golabz.eu/> містить посилання на близько 80 лабораторій для вивчення доквілля за допомогою математичних обчислень з різних предметних областей та тем математики. Важливо, що ця бібліотека включає також і побудову спеціального дослідницького простору, що важливо за умов цифрового проектування [3]. Музична лабораторія (<https://musiclab.chromeexperiments.com/>) пропонує користувачам декілька віртуальних експериментів (рис. 5), які можна використати для STEM-проектів, що ґрунтуються на візуалізації даних у таблицях чи за координатами, що перетворюється у звучання мелодій, що відтворюються відповідними цифровими синтезаторами. Інший приклад – круговий ритм-додаток для творчого музикування та навчання Groove Pizza (<https://apps.musedlab.org/groovepizza/?museid=30DdfWxEo&>), який дозволяє поєднувати вивчення багатокутників з різними музичними стилями. Мелодія створюється за спеціальним музичним кодом, що утворюється на сторонах багатокутників, і змінюється із зміною розміру їх кутів та обраного музичного стилю (рис. 6).

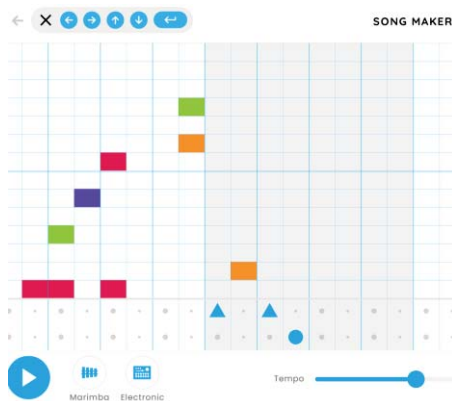


Рис. 5. Вікно сервісу розробника мелодій у Musiclab



Рис. 6. Коло музикування у Groove Pizza

Особливе місце серед цифрових ресурсів, які можна використати в якості проектування моделей реальних об'єктів, що побудовані на основі графіків функціональних залежностей, посідають динамічні геометричні середовища. До них належать GeoGebra (<https://www.geogebra.org>) та Desmos (<https://www.desmos.com>). В зазначених середовищах користувач може не тільки

малювати функціями, а й створювати анімовані картинки за допомогою прив'язки об'єктів до функцій з параметрами (рис. 7).

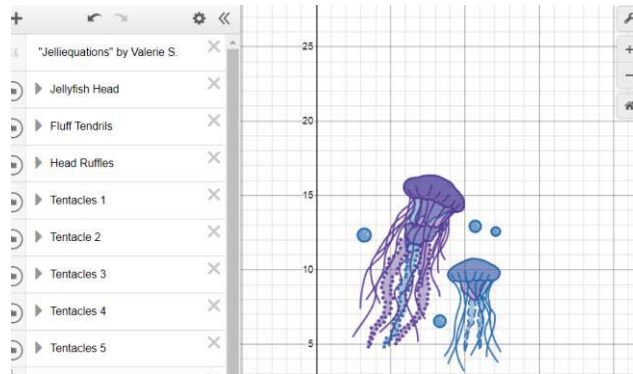


Рис. 7. Приклад проекту, розробленого в середовищі Desmos (<https://www.desmos.com/calculator/ug3kz8bhza?lang=ru>)

Для створення моделей об'єктів, які складаються із просторових геометричних фігур, їх частин та комбінацій можна використати середовище 3D моделювання Тінкеркад (<https://www.tinkercad.com/>).

Створення STEM-проектів, які реалізують ідеї, подані на пропонувані онлайн ресурсах, чи використання самих платформ для моделювання та дослідження, як показують результати освітніх вимірювань у експериментальних та контрольних класах, сприяють підвищенню результатів навчання математики через розуміння та практичне вирішення проблем, підвищують мотивацію до навчання через зацікавлення в отриманні результату та мають синергетичний вплив на рівень природничо-технічної підготовки учнів загалом. Список пропонуваніх у дослідженні сервісів не вичерпує усі можливі цифрові математичні ресурси.

### Список використаних джерел

1. Барна О. В., Балик Н. Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес: збірник матеріалів I регіональної науково-практичної веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р. Тернопіль: ТОКШПО, 2017. С. 3–8.
2. Гриб'юк О. О., Юнчик В. Л. Евристичні задачі з використанням системи динамічної математики GeoGebra в контексті STEM-освіти. Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики: зб.наук. праць за матеріалами Міжнар. наук-практ. конф., 26-27 листопада 2015 р. / М-во освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. Вінниця: Планер, 2015. С. 148–152.
3. Морзе Н. В., Барна О. В. Інформатика (рівень стандарту): підруч. для 10(11) кл. закладів загальної середньої освіти. К.: УОВЦ «Оріон», 2019. 240 с.
4. Струтинський Р. Результати PISA: 36% українських учнів не досягли базового рівня знань з математики. 24 Освіта. URL: [https://24tv.ua/education/rezultati\\_pisa\\_36\\_ukrayinskih\\_uchniv\\_ne\\_dosyagli\\_bazovogo\\_rivnya\\_znan\\_z\\_matematiki\\_n124\\_3035](https://24tv.ua/education/rezultati_pisa_36_ukrayinskih_uchniv_ne_dosyagli_bazovogo_rivnya_znan_z_matematiki_n124_3035) (дата звернення 01.03.2021).