

УДК 378.091.64-028.27:51]:37.018.4-025.26(477)

Навчальний посібник як елемент освітнього простору бакалавра математики в умовах змішаного навчання в Україні

Мар'яна Ковтонюк¹, Олена Соя², Оксана Туржанська³, Олена Косовець⁴, Іванна
Леонова⁵

^{1,2,3,4,5}Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,
кафедра математики та інформатики, м. Вінниця, Україна

¹kovtonyukmm@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7444-1234>

²soya.o.m@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0937-299X>

³turganskaoksana@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2636-354X>

⁴helen.kosovets@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8577-3042>

⁵ivannaleonova6@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0319-1370>

Анотація. Розглянуто особливості створення та функціонування посібника (цифрового посібника) з вищої математики для бакалаврів математики в умовах змішаного навчання в Україні, зроблено огляд літератури з теми дослідження.

Мета статті: проаналізувати проблеми та перспективи створення посібників та цифрових посібників нового типу з математичних дисциплін для закладів вищої освіти в умовах змішаного навчання в Україні.

Обговорено особливості сучасного цифрового посібника з математичних дисциплін у підготовці бакалавра математики:

1) теоретичні аспекти створення навчальних посібників в освітньому просторі бакалавра математики в умовах змішаного навчання в Україні;

2) структуру та зміст цифрового посібника відповідно до чинної нормативної бази та практичного досвіду викладачів;

3) техніки візуалізації навчального матеріалу з математичних дисциплін й продемонстровано деякі з них в авторських посібниках;

4) використання СКМ і цифрових технологій у посібниках, що базуються на виваженій математичній ідеї; головним критерієм ефективності

застосування програм математичного призначення у навчанні вищої математики є наявність методичної системи їх використання;

5) результати анкетування, що свідчать про позитивне ставлення студентів до використання СКМ при вивченні математичних дисциплін; на думку студентів, роль програм математичного призначення у навчанні має бути допоміжною.

Показано, що якісний цифровий посібник забезпечує формування не лише математичної культури майбутнього фахівця, але й формування таких базових компетентностей, як здатність і готовність до самонавчання, застосування знань, умінь і навичок роботи з системами комп'ютерної математики, самоосвіти й майбутньої професійної діяльності. Використання цифрового посібника, інтегрованого у технологію навчання, яку проєктує і впроваджує викладач, дозволяє йому обирати власну творчу стратегію та методику навчання здобувачів освіти.

Ключові слова: освітній простір бакалавра математики, навчальний цифровий посібник з вищої математики, візуалізація навчального контенту, системи комп'ютерної математики, змішане навчання.

1. Вступ

Створення посібника – це складний процес підготовки, видання, апробації, оцінювання та впровадження його в освітній процес. Головна роль та широкий спектр функцій посібника в навчанні завжди привертала незмінну увагу до проблем його змісту, якості та створення. І це не випадково.

По-перше, посібник, як навчальна книга, детально відображає зміст освіти, навчальну інформацію, що підлягає засвоєнню. Цю інформацію він передає не тільки у вигляді тексту, а й в ілюстраціях, рисунках, схемах, графіках. По-друге, також не менш важливою функцією посібника є функція управління пізнавальною діяльністю студентів. Апарат організації засвоєння навчального матеріалу складається з двох частин: допоміжних знань, що включені до основного навчального матеріалу, і завдань, вправ, питань та іншого, що повинно забезпечити процес засвоєння знань. Саме тому вчені трактують посібник як інформаційну модель навчання, як своєрідний сценарій освітнього процесу, що є втіленням дидактично та методично опрацьованого і систематизованого навчального матеріалу. З цих позицій посібник має відображати цілі та зміст навчання, визначати систему пізнавальних дій з матеріалом, організаційні форми навчання і способи контролю [26, с. 340].

Мексиканські науковці М. Pineda Becerril, О. García, А. Aguilar, F. León [9, с. 7550-7555] зауважують, що "цифрова книга – це видання, основою якого є електронний файл, що може зберігатися на різних цифрових носіях і дозволяє включати інтерактивні та мультимедійні елементи". Авторами розроблено мультимедійний посібник з розподілу ймовірностей. Зауважимо, що дидактичний матеріал розміщено в цифрових посібниках, інтегрованих у відповідні віртуальні середовища з метою, щоб студенти більше не були обмежені статичними зображеннями, що ілюструють традиційні тексти, а мали можливість зануритися в зображення з інтерактивними субтитрами, обертати об'єкт у 3D або оживити відповідь.

У статті [5, с. 9-12] розглядаються питання трансформації шкільних навчальних матеріалів у контексті цифрового суспільства в Латинській Америці та Європі. Цифрові технології присутні в усіх соціокультурних вимірах. В освітній цифровій екосистемі постійно з'являються численні простори, онлайн-портали та веб-сайти, що пропонують ресурси, програми, середовища та/або цифрові навчальні матеріали, призначені для

використання в закладах освіти. Тому питання їх створення й поширення на міжнародному, національному та регіональному рівнях, технологічні та педагогічні характеристики цифрових навчальних матеріалів є актуальними.

Іспанські дослідники N. Rodríguez-Regueira та J. Rodríguez-Rodríguez [10, с. 172-187] проаналізували цифрові посібники для початкової освіти в Іспанії (30 цифрових навчальних матеріалів). Новизна їхнього дослідження полягає в розробленні й апробації посібника для аналізу такого типу матеріалів з урахуванням їхніх основних технологічних, педагогічних та функціональних характеристик у зв'язку з еволюцією цифрового освітнього ринку.

Дослідження сучасних науковців показують, що цифрові посібники особливо важко інтегрувати у викладання математики [8, с. 799-812] і що варто детальніше досліджувати як умови навчання математики змінюються завдяки сучасним цифровим підручникам [14] і посібникам, які використовують штучний інтелект [15, с. 2320-2320] і як можна розвивати навчання за допомогою них.

Про використання відкритих посібників у закладах вищої освіти та фінансову вигоду студентам від цього, без зниження їхніх результатів навчання, наголошується в статті [4, с. 573–590; 6, с. 393–396]. Це має спонукати викладачів використовувати високоякісні відкриті посібники в постпандемічному світі для розширення можливостей цифрового навчання у XXI столітті.

2. Постановка завдань

Останнім часом ми спостерігаємо деяку активізацію у виданні посібників і практикумів з математичних дисциплін для підготовки бакалавра математики за спеціальностями 111 Математика, 014.04 Середня освіта (Математика) та 014.09 Середня освіта (Інформатика) [1, 2, 2, 12, 21, 22, 29,30], а також публікацій, присвячених проблемам змісту посібників і практикумів для вказаних спеціальностей, з урахуванням потреб студентів з особливими освітніми потребами [24], розширенню напрямів застосування цифрових технологій у створенні цифрових посібників та практикумів тощо. На нашу думку, актуальності даній проблемі надало змішане навчання студентів, яке функціонує в Україні з різних об'єктивних причин.

Мета статті: проаналізувати проблеми та перспективи створення посібників та цифрових посібників нового типу з математичних дисциплін для закладів вищої освіти в умовах змішаного навчання в Україні.

3. Основні результати

3.1. Теоретичні аспекти створення навчальних посібників в освітньому просторі бакалавра математики в умовах змішаного навчання в Україні.

Необхідність впровадження цифрових технологій в освітній процес показано у дослідженнях, здійснених Національним тренінговим центром у США. Результати досліджень одержали назву «Піраміда навчання» і показують, що під час використання відео, аудіо матеріалів засвоюється на 20% матеріалу більше, при використанні демонстрацій – на 30% більше від засвоєного матеріалу, ніж під час прослуховування звичайної лекції. Найбільший відсоток приросту знань впродовж навчання (робота в малих групах, робота в парах) і застосування одержаних знань одразу після вивчення («мозковий штурм», «акваріум») складає 90% [28].

Наші дослідження свідчать про те, що в умовах змішаного навчання посібники для студентів мають відповідати послідовності:

студент → посібник → викладач

(або студент → навчально-методичний комплекс (цифровий НМК) → викладач)

У цьому випадку роль викладача не зменшується, а, навпаки, посилюється, адже саме тут викладач не лише подає готову інформацію, а привчає студентів до самостійного пошуку, аналізу й опрацювання нової інформації.

Посібник має бути інтегрований у технологію навчання, котру проєктує і впроваджує викладач. Тоді логіка і структура заняття будуть елементом творчості викладача, і він спроможний обирати власну стратегію та методику навчання, а не лише йти за викладом матеріалу, запропонованим іншими авторами. В умовах, коли ідея студентоцентрованого навчання, побудованого на інноваційній діяльності викладача, є основоположною в освіті, такий підхід до навчальної книги, на нашу думку, набуває вирішального значення в посібникотворенні.

Згідно з Національним стандартом України «Видання. Основні види. Терміни та визначення понять» (ДСТУ 3017:2015) [27], посібник визначається як:

– **практичний посібник** (англ. guidebook) – це виробничо-практичне видання, що містить опис технології практичної діяльності, призначене для оволодіння якою-небудь професією, знаннями, навичками та (або) підвищення фахової кваліфікації й майстерності. Примітка: до практичних посібників належить самоучитель;

– **методичний посібник** (англ. teaching guide) – виробничо-практичне видання, основним змістом якого є методика виконання будь-якого виду практичної діяльності;

– **навчальний посібник** (англ. study aid; teaching aid) – це навчальне видання, що доповнює або частково (повністю) замінює підручник і має відповідний офіційно наданий гриф;

– **навчально-методичний посібник** (англ. guidance manual; methods handbook) – навчальний посібник, основним змістом якого є методика викладання навчальної дисципліни (її розділу, частини) або методика щодо розвитку та виховання особистості.

При створенні навчальних посібників необхідно враховувати що:

– навчальні книги повинні мати високий науково-методичний рівень, містити необхідний довідковий апарат;

– навчальні посібники мають бути написані в доступній формі, навчальний матеріал має бути пов'язаний з практичними завданнями, в книзі повинні прослідковуватися тісні міжпредметні зв'язки [25].

Наприклад, у підручнику авторів М. Ковтонюк, А. Клімішина, І. Леонова, О. Соя реалізовано глосарій математичних термінів українською та їхні відповідники англійською мовами (рис. 1).

Частинні похідні вищих порядків

§ 6. Частинні похідні вищих порядків

*Термінологічний словник
ключових понять і тверджень*

| | |
|----------------------------------|--|
| Частинні похідні другого порядку | Second order partial derivatives |
| Зміпані частинні похідні | Mixed partial derivatives |
| Частинні похідні вищих порядків | Partial derivatives of still higher orders |
| Диференціал другого порядку | Differential of the second order |
| Диференціали вищих порядків | Differentials of higher orders |

1. Сформулювати означення частинних похідних другого

Рис. 1. Фрагмент навчального посібника з вищої математики [19,22]

Видання підручників і практикумів в Україні із навчальної дисципліни “Математичний аналіз” за останні 35 років зростає. Зокрема студенти спеціальностей 111 Математика, 014.04 Середня освіта (Математика) та 014.09 Середня освіта (Інформатика) використовують посібники А. Дороговцева (1994), І. Ляшка, А. Боярчука, Я. Гая, А. Калайди (1979) (Київський національний університет імені Тараса Шевченка), Л. Дюженкової, Т. Колесник, М. Ляшенко, Г. Міхаліна, М. Шкіля (2003) (Український державний університет імені Михайла Драгоманова), Н. Шунди, А. Томусяка, авторські М. Ковтонюк, А. Клімішиної, І. Леонової, О. Сої (2008, 2009, 2011, 2015, 2022, 2023) (Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, 1993), С. Гургули, В. Мойсишина, В. Воробйової (2008) (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу), Б. Ковальчук, Й. Шіпки (2002, 2004, 2006, 2010) (Львівський національний університет імені Івана Франка) та ін.

Проектування змісту професійної математичної освіти є необхідною ключовою умовою успішної побудови навчальної дисципліни спеціальності. Особлива увага повинна приділятися складанню навчального плану спеціальності, робочій програмі, технологіям навчання, управлінню якістю навчання. На основі цих документів проектується і створюється навчально-методичні і цифрові навчально-методичні комплекси дисципліни, до яких входять, зокрема, авторські навчально-методичні розробки, посібники, включені у технологію навчання [20].

Поглиблення теоретичної і практичної складових професійної освіти бакалавра математики пропонуємо на основі посилення шкільної компоненти математичної освіти з подальшим фундуванням знань на різних рівнях. *Принцип фундування* у процесі навчання математики розуміють як процес виокремлення базових навчальних елементів шкільної математики з наступним їх теоретичним узагальненням, що розкривають цілісність, сутність, трансдисциплінарні зв'язки, і спрямовані на інтелектуальний розвиток студентів [20]. Особливістю принципу фундування є визначення основи для спіралевидної схеми моделювання предметних компетентностей бакалавра математики (спіраль фундування). У кожній математичній дисципліні варто виділяти базові поняття шкільної математики з подальшим аналізом їх фундування. Вони й складуть фундаментальне ядро математичних дисциплін.

Проаналізуємо цей процес на декількох прикладах. Освітній курс «Математика» у закладах загальної середньої освіти традиційно викладається як навчальні дисципліни: алгебра, алгебра і початки аналізу, геометрія. У Державних Стандартах шкільної математичної освіти визначено вісім змістових ліній шкільного курсу математики [18]: 1) Числа та дії над ними [Ч]; 2) Вирази та їх тотожні перетворення [В]; 3) Рівняння, нерівності та їх системи [РН]; 4) Функції, їх властивості та графіки [Ф]; 5) Елементи прикладної математики [ПМ]; 6) Початки математичного аналізу [МА]; 7) Геометричні фігури, їх елементи і властивості [ГФ]; 8) Геометричні величини, їх вимірювання та обчислення [ГВ].

Визначення змістових ліній дозволяє виокремити вихідні об'єкти фундування (рис. 2).

Важливим є те, що всі базові шкільні знання включаються у перелік елементів навчальних дисциплін підготовки бакалавра математики вище зазначених спеціальностей та переводяться з бази даних (формальне оперування у шкільній математиці) у базу предметних і професійних компетентностей студента. Наприклад, для поняття похідної необхідно обґрунтувати перехід від означення похідної на основі похибки різницевого відношення приросту функції до приросту аргументу до визначення граничного переходу і дельта-епсілон мови та мови послідовностей. Заповнення цих «переходів» між поняттями, теоремами, методами доведень,

орієнтовними основами діяльності – це є одним із основних завдань навчальної дисципліни «Математичний аналіз».

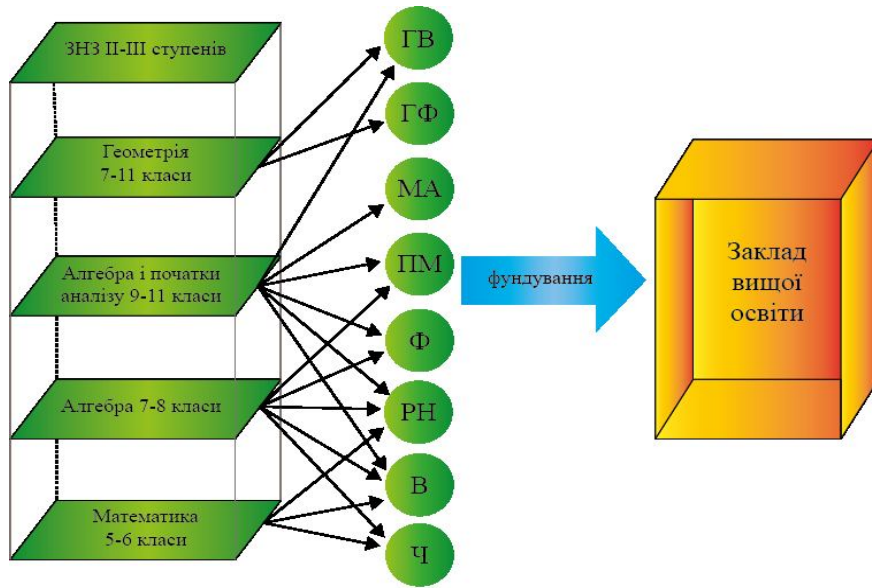


Рис. 2. Вихідні об'єкти фіндування (авторська розробка)

Поняття первісної і визначеного інтеграла, що вивчаються в 11 класі закладі загальної середньої освіти, поступово узагальнюється через визначений інтеграл Рімана для функції однієї змінної, кратні інтеграли (подвійні, потрійні, поверхневі, криволінійні) для функцій багатьох змінних, і, нарешті, у курсі сучасного математичного (функціонального) аналізу вивчається інтеграл Лебега на вимірних множинах.

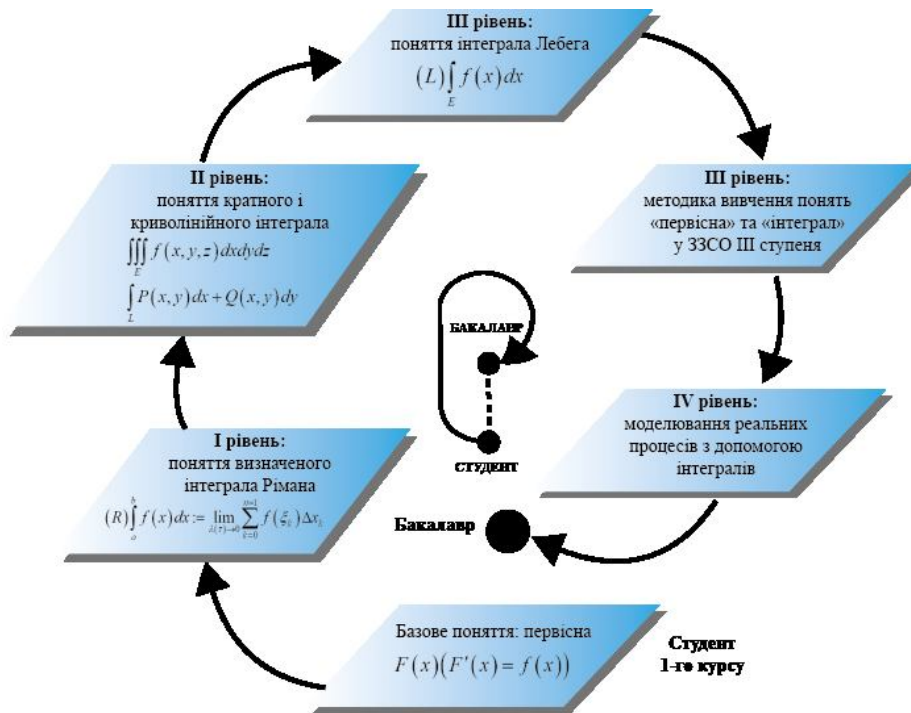


Рис. 3. Схема фіндування шкільних понять первісної і визначеного інтеграла (авторська розробка)

Досягнувши певного рівня абстрактності даного поняття, студенти починають опрацьовувати методичний аналіз понять первісної і визначеного інтеграла у курсі методики навчання математики (рис. 3). Найвищий рівень фундування здійснюється під час моделювання реальних процесів і явищ за допомогою інтегралів, коли студент застосовує якісні математичні методи дослідження, системи комп'ютерної математики, виробляє практичні рекомендації.

На кожному рівні фундування особливу увагу слід звертати на розуміння суті кожного базового поняття.

Отже, підсумовуючи вище сказане, можна стверджувати, що інформаційна складова створення посібників для бакалаврів математики має формуватися на основі принципу фундування математичних об'єктів.

3.2. Візуалізація у навчальних підручниках з математики

Одними з найважливіших засобів візуалізації, необхідних на сучасному етапі розвитку освіти, є інфографіка, таймлайн, інтелект-карти, скрайбінг, які дозволяють максимально ефективно застосовувати інноваційні педагогічні технології, враховувати індивідуальні особливості студентів, як в психічному, так і фізіологічному розвитку. Для успішного вирішення цього пріоритетного завдання необхідна підготовка педагогів, здатних розробляти та впроваджувати нові методи і форми навчання. Створення і застосування таких цифрових технологій вимагає оволодіння різними засобами візуалізації.

Термін «візуалізація» походить від латинського *visualis* – сприймається візуально, наочний. Візуалізація – це процес представлення даних у вигляді зображення з метою максимальної зручності їх розуміння; надання осяжної форми будь-якому об'єкту, суб'єкту, процесу тощо. Проте таке розуміння візуалізації передбачає мінімальну розумову і пізнавальну активність студентів, а візуальні дидактичні засоби виконують лише ілюстративну функцію [16].

Візуалізація – унаочнення, створення умов для візуального спостереження [17].

Використання таблиць, схем, малюнків сприяє швидкому запам'ятовуванню і осмисленню досліджуваного матеріалу. З урахуванням сучасних технічних можливостей ідея візуалізації інформації в процесі навчання набуває нових рис (рис. 4).

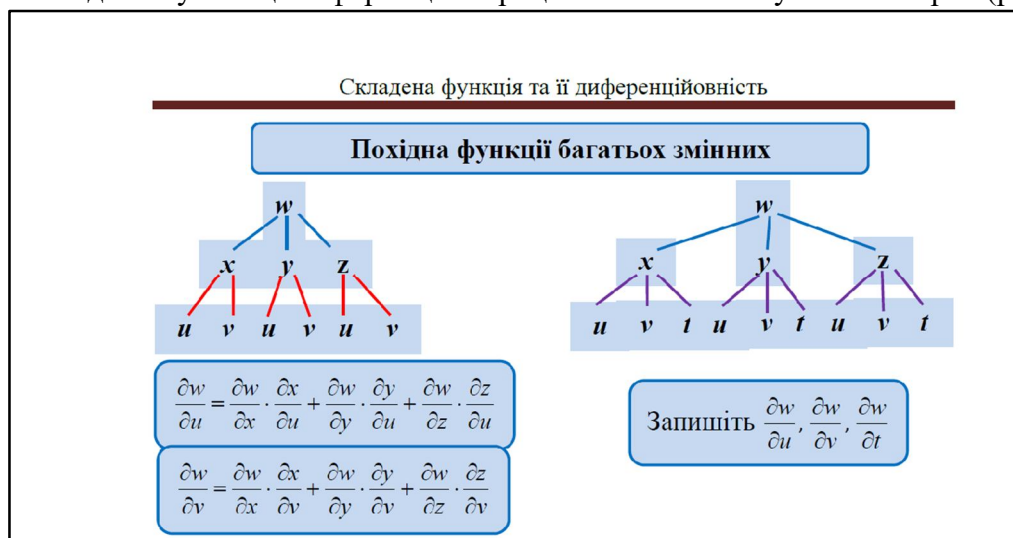


Рис. 4. Фрагмент навчального підручника з математики [19, 22]

Переваги візуалізації в навчанні математичних дисциплін:

– допомагає студентам правильно організовувати і аналізувати інформацію;

- діаграми, схеми, малюнки, карти пам'яті сприяють засвоєнню великих обсягів інформації, легко запам'ятовувати і простежувати взаємозв'язок між блоками навчального матеріалу;
- розвиває критичне мислення;
- допомагає студентам інтегрувати нові знання;
- дозволяє пов'язувати отриману інформацію в цілісну картину про ті чи інші явища або об'єкти (рис. 5).

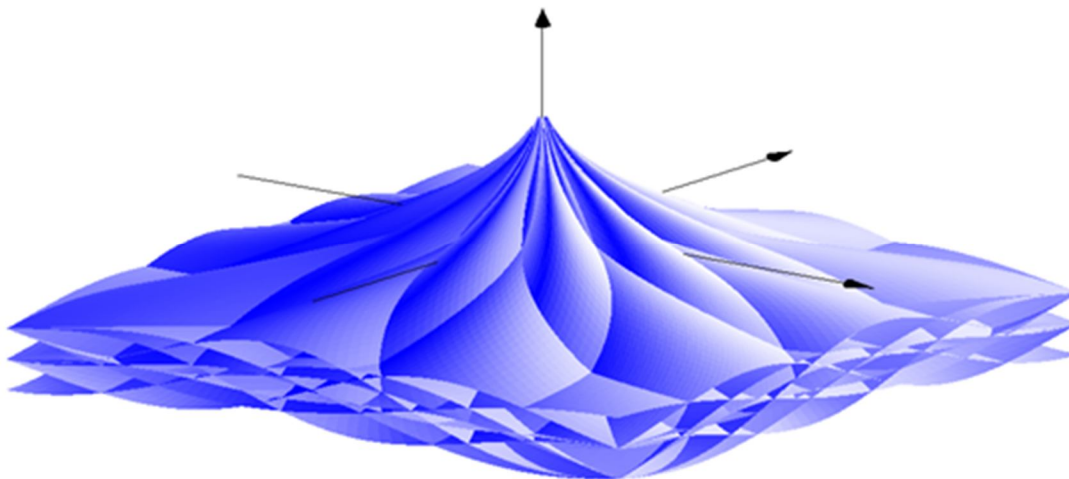


Рис. 5. Візуалізація поверхні “Снігова Лавина” (авторська розробка)

Представлення навчального матеріалу сучасними техніками візуалізації є невід'ємною частиною посібника з математики для студентів закладів вищої освіти. За допомогою візуалізації викладач демонструє складні абстрактні математичні поняття, що сприяє розвитку уяви, пам'яті студента та допомагає глибоко зануритись у навчальний матеріал.

3.3. Системи комп'ютерної математики в сучасних підручниках і практикумах з математичних дисциплін. Показати, як конкретно працює якийсь пакет при вивченні математики

З ключових слів дидактики: «Що вчити?», «Як вчити?» і «Для чого вчити? Навіщо мені це потрібно?», у посібниках в основному є відповіді на два перших запитання. Автори зарубіжних посібників значну частину присвячують розв'язуванню прикладних задач з фізики, економіки, біології та ін. [1, 2, 3,12]. Ще один важливий напрямок створення сучасних посібників з математичних дисциплін – це застосування систем комп'ютерної математики.

У зарубіжній літературі застосовується термін – Computer Mathematics Systems (CMS).

Завдяки СКМ у студента з'являються можливості за короткий час розв'язувати значну кількість математичних задач, готувати електронні книги [13]. Кожна із програм має певні особливості, які потрібно враховувати в процесі їх використання.

Розглянемо програмну реалізацію розв'язання деяких задач з математичного аналізу в СКМ, зокрема в середовищах Maxima, Mathcad.

Задача. Знайти площу плоскої фігури, обмеженої графіками функцій:

$$y = f(x), y = g(x).$$

Програмна реалізація в Maxima:

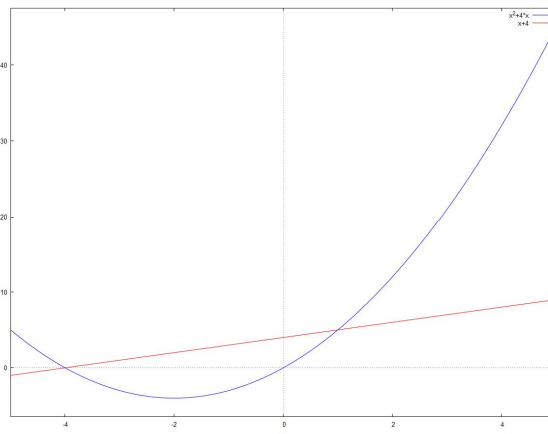
`(%i1) wxplot2d(f(x),g(x))` (‘зобразити плоску фігуру, обмежену графіками функцій $f(x)$, $g(x)$ ’);

(%i2) solve (f(x) = g(x)) ('знайти межі інтегрування');

(%i3) integrate ('обчислити визначений інтеграл').

Приклад програмного алгоритму, реалізованого в Maxima: знайти площу плоскої фігури, обмеженої графіками функцій $f(x) = x^2 + 4 \cdot x$, $g(x) = x + 4$.

(%i1) wxplot2d([x^2+4*x,x+4], [x,-5,5])\$



(%i2) solve([x^2+4*x=x+4], [x]);

(%o2) [x=1,x=-4]

(%i3) integrate(x+4-x^2-4*x, x, -4, 1);

(%o3) 125/6.

Нами проведено анкетування студентів щодо використання СКМ у навчанні математичних дисциплін на базі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. В анкетуванні взяли участь 42 студенти першого курсу.

Анкета містила такі питання:

1. Чи використовуєте Ви системи комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін?

2. Для яких цілей Ви використовуєте системи комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін?

3. Які переваги та недоліки використання систем комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін Ви бачите?

Відповідно до результатів анкетування, 70% студентів першого курсу використовують системи комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін. Найчастіше системи комп'ютерної математики використовуються студентами для розв'язування задач, перевірки правильності розв'язків, візуалізації математичних об'єктів.

До переваг використання систем комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін студенти відносять: автоматизація рутинних обчислень, графічне відображення математичних об'єктів, краще засвоєння математичних методів та алгоритмів, доступність програм та інформації. Серед недоліків студенти відзначають: залежність від комп'ютера, необхідність оволодіння навичками роботи з системами комп'ютерної математики, більшість програм є комерційними.

Загалом, результати анкетування свідчать про те, що студенти позитивно ставляться до використання систем комп'ютерної математики при вивченні математичних дисциплін. На думку студентів, роль програм математичного призначення у навчанні має бути допоміжною.

Отже, поєднання навчального матеріалу з математичними середовищами має базуватися на виваженій математичній ідеї. Головним критерієм ефективності використання програм математичного призначення у навчанні математики є наявність методичної системи їх використання. Використання СКМ у навчанні математичних

дисциплін сприяє інтеграції інформатики та математики, активізації самостійної роботи, саморегуляції математичних знань молоді, підвищенню їхньої математичної та інформатичної культури. У таких випадках, збільшується роль використання СКМ у дистанційному навчанні та самостійної роботи студентів.

Висновки. У статті розглянуто проблеми створення та функціонування посібника (цифрового посібника) з вищої математики для бакалаврів математики в умовах змішаного навчання в Україні. Показано, що якісний цифровий посібник забезпечує формування не лише математичної культури майбутнього фахівця, але й формування таких базових компетентностей, як здатність і готовність до самонавчання, здатність і готовність застосовувати знання, вміння і навички роботи з системами комп'ютерної математики для підвищення ефективності процесів освіти, самоосвіти і професійної діяльності. Використання цифрового посібника, інтегрованого у технологію навчання, яку проєктує і впроваджує викладач, дозволяє йому обирати власну творчу стратегію та методику навчання здобувачів освіти.

Обговорено особливості сучасного цифрового посібника з математичних дисциплін у підготовці бакалавра математики:

- 1) теоретичний аспект створення навчальних посібників в освітньому просторі бакалавра математики в умовах змішаного навчання в Україні;
- 2) структуру та зміст цифрового посібника відповідно до чинної нормативної бази та практичного досвіду викладачів;
- 3) техніки візуалізації навчального матеріалу з математичних дисциплін й продемонстровано деякі з них в авторських посібниках;
- 4) використання СКМ і цифрових технологій у посібниках, що базуються на виваженій математичній ідеї; головним критерієм ефективності застосування програм математичного призначення у навчанні вищої математики є наявність методичної системи їх використання;
- 5) результати анкетування, що свідчать про позитивне ставлення студентів до використання СКМ при вивченні математичних дисциплін; на думку студентів, роль програм математичного призначення у навчанні має бути допоміжною.

Розроблені й впроваджені авторські цифрові посібники відповідають основним критеріям їх ефективного функціонування: стратегічна спрямованість, повнота охоплення, інтенсивність, упорядкованість, узгодженість та мобільність.

Конфлікт інтересів і етика. Автори заявляють, що не мають конфліктів інтересів. Автори також заявляють про повне дотримання всіх правил етики журнальних досліджень, а саме щодо анонімності участі людей та/або згоди на публікацію.

Подяки. Автори заявляють про відсутність спеціального фінансування цієї роботи.

Список використаних джерел

1. Gottlieb R. Calculus. An Integrated Approach to Functions and Their Rates of Change. Harvard University Preliminary ed. Copying by Addison-Wesley, 2002. 1142 p.
2. Hartman G., Fitzpatrick S., Jordan A., Vollet C. APEX Calculus, 2023. 1039 p. URL: <https://opentext.uleth.ca/PDF/apex-novideo.pdf>
3. Hass J., Weir M., Thomas G. University Calculus. Early Transcendentals. Second Edition. Boston, 2012. 1083 p.
4. Hilton J. Open Educational Resources and College Textbook Choices: A Review of Research on Efficacy and Perceptions. *Educational Technology Research and Development*. 2016. Vol. 64, № 4. P. 573–590. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9434-9>

5. Introduction: From Textbooks to Digital Teaching Materials. *Latin American Journal of Educational Technology – RELATEC*. 2017. Vol. 16, № 2. P. 9–12. DOI: <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.2.9>
6. Ma H. Empowering Digital Learning with Open Textbooks. *Education Tech Research Dev*. 2021. Vol. 69. P. 393–396. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09916-9>
7. Mohar A. K. The Materiality of Textbooks: From black-and-white textbooks to the digital textbook. *Logos*. 2019. Vol. 30, № 2. P. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.1163/18784712-03002005>
8. Pepin B., Gueudet G., Trouche L. Refining Teacher Design Capacity: Mathematics Teachers' Interactions with Digital Curriculum Resources. *ZDM Mathematics Education*. 2017. Vol. 49, № 5. P. 799–812. URL: <http://rdcu.be/tmXb>
9. Pineda Becerril M., García O., Aguilar A., León F. Development of a Multimedia Book of the Probability Distributions Subject as Support in the Fesc Statistics Subjects. *ICERI2018 Proceedings*. 2018. P. 7550–7555. DOI: <https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0351>
10. Rodríguez-Regueira N., Rodríguez-Rodríguez J. Analysis of Digital Textbooks. *Educational Media International*. 2022. Vol. 59, № 2. P. 172–187. DOI: <https://doi.org/10.1080/09523987.2022.2101207>
11. Sirghea A. T., Sirghea C. R. Meanings Of The Digital Textbook. *Fifth International Conference on Adult Education*. 2018. Vol. 5, № 5. P. 701–706. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/701-706_0.pdf
12. Steward J. Calculus. Concepts and Contexts. McMaster University. Copyring by Thomson Higher Education, 2005. 1123 p.
13. Turzhanska O., Galetskiy S., Biloshytska T., Topishko N, Galetska T. Computer-Oriented Technologies in Teaching Mathematics as a Means of Self-Regulation of Young People's Mathematical Knowledge. *Youth Voice Journal. Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth*. 2023. Vol. 1. P. 90–102. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29637.73441>
14. Utterberg Modén M. Teaching with Digital Mathematics Textbooks. Activity theoretical studies of data-driven technology in classroom practices: Doctoral Dissertation / University of Gothenburg. Gothenburg, Sweden, 2021. 138 p.
15. Utterberg M., Tallvid M. Lundin J., Lindström B. Artificial Intelligence and Digital Mathematics Textbooks. *12th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2019)*. 2019. P. 2320–2320. DOI: <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.0627>
16. Візуалізація інформації [Електронний ресурс]. URL: <https://www.slideshare.net/obobko/ss-15090625>
17. Візуалізація навчальної інформації [Електронний ресурс]. URL: http://phys.ippo.kubg.edu.ua/?page_id=662
18. Державний стандарт базової і повної середньої освіти. URL: http://rvo-petr.ucoz.ua/pdf-doc/drzh_standard.pdf
19. Ковтонюк М. М. Електронний навчально-методичний комплекс з математичного аналізу і диференціальних рівнянь. URL: <https://Kovtonyuk.com>
20. Ковтонюк М. М. Фундаменталізація професійної підготовки майбутнього вчителя математики – бакалавра: монографія. Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2013. 424 с.
21. Ковтонюк М. М., Клімішина А. Я., Леонова І. М. Практикум з диференціального числення функції однієї змінної : навч. посіб. для студентів СВО Бакалавр спеціальностей 111 Математика та 014 Середня освіта (Математика) [Електронне мережне наукове видання]. Вінниця: ВНТУ, 2022. 380 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/731>
22. Ковтонюк М. М., Клімішина А. Я., Леонова І. М., Соя О. М. Практикум з диференціального числення функції багатьох змінних : навч. посіб. для студентів СВО Бакалавр спеціальностей 111 Математика та 014 Середня освіта (Математика) [Електронне мережне наукове видання]. Вінниця: ВНТУ, 2023. 251 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/812>
23. Ковтонюк М. М., Мукоїд А. П., Гарник В. С. Інфографіка в навчанні математики. *Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Математика та інформатики у вищій школі: виклики сучасності»*. 2019. С. 165–170.
24. Косовець О. П. Особливості створення електронного підручника з інформатики для студентів з вадами здоров'я. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ, 2016. Вип. 19. URL: <http://www.ii.npu.edu.ua/zbirnyk-kosn>.
25. Методичні рекомендації щодо структури, змісту та обсягів підручників і навчальних посібників для вищих навчальних закладів. Науково-методичний центр вищої освіти МОН України. Протокол N 6 від 29.07.05. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0006290-05#Text>
26. Мойсеюк Н. Педагогіка: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. Київ: ВАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2007. 656 с.
27. Петрова Н., Плиса Г. Видання. Основні види. Терміни та визначення понять. Національний стандарт України. ДСТУ 3017:2015. Київ ДП «УкрНДНЦ», 2016. 42 с.

28. Піраміда навчання [Електронний ресурс]. URL: <https://fsp.kpi.ua/ua/piramida-navchannya-edgara-dejla/>

29. Тестові завдання з вищої математики: навч. посіб. / С. І. Гургула, В. М. Мойсишин, В. О. Воробйова та ін.; За ред. С. І. Гургули, В. М. Мойсишина. Івано-Франківськ: Факел, 2008. 737 с.

30. Хаць Р. В. Асимптотичні оцінки та їх застосування: тексти лекцій, практичні, індивідуальні завдання: навч. посіб. Дрогобич: ДДПУ ім. Івана Франка, 2023. 130 с.

UDC 378.091.64-028.27:51]:37.018.4-025.26(477)

Textbook as an element of the educational space of a bachelor of mathematics in the conditions of blended learning in Ukraine

Marianna Kovtoniuk, Olena Soia, Oksana Turzhanska, Olena Kosovets, Ivanna Leonova

Abstract. The article considers the peculiarities of creating and functioning of a textbook (digital textbook) in higher mathematics for bachelors of mathematics in a blended learning environment in Ukraine, and reviews the literature on the topic.

The purpose of the article is to analyze the problems and prospects of creating new type of textbooks and digital manuals in mathematical disciplines for higher education institutions in a blended learning environment in Ukraine.

The features of a modern digital textbook in mathematical disciplines in the preparation of a bachelor of mathematics are discussed:

1) theoretical aspects of creating textbooks in the educational space of the bachelor of mathematics in the conditions of mixed learning in Ukraine;

2) structure and content of the digital textbook in accordance with the current regulatory framework and practical experience of teachers;

3) techniques of visualization of educational material in mathematical disciplines and demonstration of some of them in the author's textbooks;

4) the use of CMC and digital technologies in textbooks based on a sound mathematical idea; the main criterion for the effectiveness of the use of mathematical programs in teaching higher mathematics is the availability of a methodological system for their use;

5) the results of the questionnaire, which indicate a positive attitude of students to the use of CMC in the study of mathematical disciplines; according to students, the role of programs for mathematical purposes in teaching should be auxiliary.

It is shown that a high-quality digital textbook ensures the formation of not only the mathematical culture of a future specialist, but also the formation of such basic competencies as the ability and willingness to self-learn, apply knowledge, skills and abilities to work with computer mathematics systems, self-education and future professional activity. The use of a digital textbook integrated into the learning technology designed and implemented by the teacher allows him or her to choose their own creative strategy and methodology for teaching students.

Keywords: educational space of a bachelor of mathematics, digital textbook in higher mathematics, visualization of educational content, computer mathematics systems, blended learning.

References

1. Gottlieb R. Calculus. (2002). *An Integrated Approach to Functions and Their RATED of Change*, Harvard University Preliminary ed. Copyring by Addison-Wesley, 2002.

2. Hartman G., Fitzpatrick S., Jordan A., Vollet C. (2023). *APEX Calculus*, 2023. <https://opentext.uleth.ca/PDF/apex-novideo.pdf>

3. Hass J., Weir M., Thomas G. (2012). *University Calculus. Early Transcendentals. Second Edition*, Boston, 2012.

4. Hilton J. (2016). *Open Educational Resources and College Textbook Choices: A Review of Research on Efficacy and Perceptions*, Educational Technology Research and Development, **64** (4), 573–590. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9434-9>

5. *Introduction: From Textbooks to Digital Teaching Materials*. (2017), Latin American Journal of Educational Technology – RELATEC, **16** (2), 9–12. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.2.9>

6. Ma H. (2021). *Empowering Digital Learning with Open Textbooks*, Education Tech Research Dev, **69**, 393–396. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09916-9>
7. Mohar A. K. (2019). *The Materiality of Textbooks: From black-and-white textbooks to the digital textbook*, Logos, **30** (2), 26–34. <https://doi.org/10.1163/18784712-03002005>
8. Pepin B., Guedet G., Trouche L. (2017). *Refining Teacher Design Capacity: Mathematics Teachers' Interactions with Digital Curriculum Resources*, ZDM Mathematics Education, **49** (5), 799–812. <http://rdcu.be/tmXb>
9. Pineda Becerril M., García O., Aguilar A., León F. (2018). *Development of a Multimedia Book of the Probability Distributions Subject as Support in the Fesc Statistics Subjects*, ICERI2018 Proceedings, 7550–7555. <https://doi.org/10.21125/iceri.2018.0351>
10. Rodríguez-Regueira N., Rodríguez-Rodríguez J. (2022). *Analysis of Digital Textbooks*, Educational Media International, **59** (2), 172–187. <https://doi.org/10.1080/09523987.2022.2101207>
11. Sirgha A. T., Sirgha C. R. (2018). *Meanings Of The Digital Textbook*, Fifth International Conference on Adult Education, **5** (5), 701–706. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/701-706_0.pdf
12. Steward J. (2005). *Calculus. Concepts and Contexts*, McMaster University. Copyring by Thomson Higher Education, 2005.
13. Turzhanska O., Galetskyi S., Biloshytska T., Topishko N., Galetska T. (2023). *Computer-Oriented Technologies in Teaching Mathematics as a Means of Self-Regulation of Young People's Mathematical Knowledge*, Youth Voice Journal. Inequality, Informational Warfare, Fakes and Self-Regulation in Education and Upbringing of Youth, **1**, 90–102. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29637.73441>
14. Utterberg Modén M. (2021). *Teaching with Digital Mathematics Textbooks. Activity theoretical studies of data-driven technology in classroom practices: Doctoral Dissertation / University of Gothenburg*. Gothenburg, Sweden, 2021.
15. Utterberg M., Tallvid M. Lundin J., Lindström B. (2019). *Artificial Intelligence and Digital Mathematics Textbooks*, 12th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2019), 2320–2320. <https://doi.org/10.21125/iceri.2019.0627>
16. *Visualization of information*. <https://www.slideshare.net/obobko/ss-15090625>. [in Ukrainian]
17. *Visualization of educational information*. http://phys.ippo.kubg.edu.ua/?page_id=662. [in Ukrainian]
18. *State standard of basic and complete secondary education*. http://rvo-petr.ucoz.ua/pdf-doc/drzh_standard.pdf. [in Ukrainian]
19. Kovtoniuk M. M. *Electronic educational and methodical complex on mathematical analysis and differential equations*. <https://Kovtonyuk.com>. [in Ukrainian]
20. Kovtoniuk M. M. (2013). *Fundamentalization of professional training of future bachelor's degree mathematics teachers: A Monograph*, Vinnytsia, 2013. [in Ukrainian]
21. Kovtoniuk M. M., Klimishyna A. Ya., Leonova I. M. (2022). *Workshop on the differential calculus of a function of one variable*, VNTU, Vinnytsia, 2022. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/731>. [in Ukrainian]
22. Kovtoniuk M. M., Klimishyna A. Ya., Leonova I. M., Soia O. M. (2023). *Workshop on differential calculus of a function of many variables*, VNTU, Vinnytsia, 2023. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/812>. [in Ukrainian]
23. Kovtoniuk M. M., Mukoid A. P., Harnyk V. S. (2019). *Infographics in teaching math, Materials of the II All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference «Matematyka ta informatyka u vyshchii shkoli: vyklyky suchasnosti»*, 165–170. [in Ukrainian]
24. Kosovets O. P. Features of creating an electronic textbook on computer science for students with disabilities. Computer-oriented learning systems. Kyiv, 2016. Issue 19. URL: <http://www.ii.npu.edu.ua/zbirnyk-kosn>. [in Ukrainian]
25. Methodological recommendations on the structure, content and scope of textbooks and manuals for higher education institutions. Scientific and Methodological Center for Higher Education of the Ministry of Education and Science of Ukraine. Protocol N 6 of 29.07.05. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0006290-05#Text>. [in Ukrainian]
26. Moiseiuk N. (2007). *Pedagogy: A Textbook*, Kyiv, 2007. [in Ukrainian]
27. Petrova N., Plysa H. (2016). *Types of publications. The main types. Terms and definitions of concepts. National standard of Ukraine. DSTU 3017:2015*, Kyiv, 2016. [in Ukrainian]
28. *The pyramid of learning*, <https://fsp.kpi.ua/ua/piramida-navchannya-edgara-dejla/>. [in Ukrainian]
29. *Test tasks in higher mathematics: A Textbook* (2008) / S. I. Hurhula, V. M. Moisyshyn, V. O. Vorobiova et al; Eds. S. I. Hurhuly, V. M. Moisyshyna, Ivano-Frankivsk, 2008. [in Ukrainian]
30. Khats R. V. (2023). *Asymptotic estimators and their application: lecture texts, practical and individual tasks: A Textbook*, Drohobych, 2023. [in Ukrainian]

Про авторів / About the authors

Мар'яна Ковтонюк, доктор педагогічних наук, професор, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Mariana Kovtoniuk, Doctor of Sciences in Pedagogy, Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine;

Олена Соя, кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Olena Soia, Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine;

Оксана Туржанська, кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Oksana Turzhanska, Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine;

Олена Косовець, кандидат педагогічних наук, доцент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Olena Kosovets, Candidate of Science in Pedagogy, Associate Professor, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine;

Іванна Леонова, асистент, кафедра математики та інформатики, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна;

Ivanna Leonova, Assistant, Department of Mathematics and Informatics, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, 32 Ostrozkyi Str., Vinnytsia 21001, Ukraine.

Отримано / Received 10.04.2024
Доопрацьовано / Revised 19.05.2024