

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет математики і інформатики
Кафедра вищої математики та інформатики

Кваліфікаційна робота магістра

на тему *«Розробка інтерактивного електронного посібника з математики
для вивчення учнями 9 класу завдань з параметрами»*

Виконав:

здобувач ЗВО групи МС-61, 2 курсу
спеціальності 014.04 «Середня освіта
(Математика)»,
освітньо-професійна програма
«Математика та інформатика»
Боднар Микита Олегович

Науковий керівник: *канд. пед. наук,
доц. Жовтоніжко Ірина Миколаївна*

Харків – 2024 р.

АНОТАЦІЯ

Боднар М. О. Розробка інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення учнями 9 класу завдань з параметрами.

Пояснювальна записка включає вступ, два розділи, висновки, список літератури, що містить 21 джерел, 24 рисунки, 3 таблиці та 2 додатки. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 72 сторінки, з яких 60 сторінок становить основний текст, 3 сторінки займає список використаних джерел, а 9 сторінок відведено додаткам.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню методичних особливостей створення інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення та розв'язування задач з параметрами.

У роботі здійснено аналіз предметної області та обґрунтовано актуальність обраної теми, проведено огляд сучасних науково-педагогічних і методичних досліджень та визначено основні завдання.

У першому розділі висвітлено загальнотеоретичні аспекти розробки інтерактивних електронних посібників з математики, розглянуто дидактичні функції та методичні засади їх створення, а також обґрунтовано структуру електронного ресурсу для роботи із задачами з параметрами.

У другому розділі було розроблено структуру електронного посібника з математики, реалізовано інтерактивні елементи в обраному програмному середовищі, впроваджено створений ресурс у освітній процес закладів середньої освіти та апробовано його ефективність.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інтерактивний електронний посібник, задачі з параметрами, математика, структура, програмна реалізація.

ANNOTATION

Bodnar M. O. Development of an interactive electronic mathematics textbook for 9th grade students to study parametric problems.

The explanatory note includes an introduction, two chapters, conclusions, a bibliography containing 21 sources, 24 figures, 3 tables, and 2 appendices. The total volume of the qualification paper is 72 pages, of which 60 pages comprise the main text, 3 pages are allocated to the list of references, and 9 pages are devoted to the appendices.

The master's thesis focuses on the methodological aspects of developing an interactive electronic textbook in mathematics for studying and solving parameter-based problems.

The study analyzes the subject area and substantiates the relevance of the selected topic, reviews contemporary scientific, pedagogical and methodological research, defines the main objectives.

The first section highlights the general theoretical aspects of developing interactive electronic textbooks in mathematics, examines their didactic functions and methodological foundations, and substantiates the structure of the electronic resource for working with parameter-based problems.

In the second section, the structure of the electronic mathematics textbook was developed, interactive elements were implemented in the selected software environment, the created resource was introduced into the educational process of secondary education institutions and its effectiveness was tested.

KEYWORDS: interactive electronic textbook, parameter-based problems, mathematics, structure, software implementation.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1. Загальнотеоретичні аспекти інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення завдань з параметрами.....	8
1.1. Поняття, роль та значення електронних посібників	8
1.2. Дидактичні функції та особливості інтерактивних електронних посібників з математики	14
1.3. Методичні засади та структура розробки інтерактивного електронного посібника з математики	18
1.4. Особливості вивчення задач з параметрами за допомогою інтерактивних електронних посібників.....	24
Висновки до розділу 1	28
Розділ 2. Методичні особливості розробки та реалізації інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення та розв’язку завдань з параметрами	29
2.1. Обрання середовища для розробки електронного посібника	29
2.2. Розробка структури електронного посібника	33
2.3. Програмна реалізація інтерактивних елементів посібника	41
2.4. Перевірка ефективності результатів дослідження	53
Висновки до розділу 2	57
Висновки	59
Список використаних джерел	61
Додаток А	64
Додаток Б.....	67

ВСТУП

Сучасний світ стрімко розвивається, висуваючи нові вимоги до системи освіти. Одним з основних напрямів удосконалення освітнього процесу є впровадження інноваційних технологій. Зокрема, широке застосування знаходять електронні освітні ресурси, що дозволяють зробити навчання більш інтерактивним, цікавим та ефективним.

Математика – фундаментальна наука, яка вимагає від здобувачів не тільки розуміння теоретичного матеріалу, але й вміння застосовувати його на практиці. Особливу складність становлять завдання з параметрами, які розвивають у здобувачів логічне мислення, аналітичні навички та вміння узагальнювати й систематизувати здобуті знання.

У більшості шкільних підручників, на жаль, часто відсутній конкретний розділ, присвячений вивченню завдань з параметрами. Ці завдання зазвичай трапляються як «завдання із зірочкою» у різних темах шкільного курсу математики. На шкільних іспитах, зокрема ДПА, ЗНО та НМТ, ці завдання зустрічаються досить часто, оскільки саме вони виокремлюють тих, хто дійсно розуміє «тонкощі» математики.

Вивчення та розв'язування здобувачами завдань з параметрами нерідко викликає складнощі як серед учнів під час розв'язування завдань, так і вчителів у процесі підготовки. Розробка методики вивчення завдань з параметрами є **актуальним завданням** сучасної шкільної освіти. Інтерактивний електронний посібник може стати ефективним інструментом для подолання цих труднощів, оскільки він дозволяє не лише опанувати теоретичний матеріал, а й активно взаємодіяти з освітнім процесом через інтерактивні елементи та практичні завдання, що, в свою чергу, сприяє розвитку критичного мислення і підвищує мотивацію до навчання.

Об'єктом дослідження є процес вивчення завдань з параметрами учнями 9 класу.

Предметом дослідження є розробка та експериментальна перевірка ефективності інтерактивного електронного посібника з математики.

Метою дослідження є розробка інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення здобувачами 9 класу завдань з параметрами, що сприяє підвищенню ефективності освітнього процесу та розвитку математичних компетентностей здобувачів.

У роботі розглянуто такі **завдання**:

- проаналізувати сучасний стан дослідження в галузі розробки електронних навчальних ресурсів;
- визначити основні вимоги до інтерактивного посібника з математики для 9 класу;
- розробити структуру та зміст посібника;
- обрати програмне забезпечення для створення посібника;
- провести експериментальну перевірку ефективності посібника;
- проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

Гіпотезою дослідження є застосування інтерактивного електронного посібника, що сприяє ефективному засвоєнню алгоритмів розв’язання завдань з параметрами та підвищення мотивації здобувачів до навчання математики.

Для досягнення зазначеної мети у роботі використані такі **методи дослідження**: теоретичні – системний аналіз науково-педагогічної та методичної літератури; аналіз, синтез, класифікація, систематизація та узагальнення інформації з метою визначення основних понять, формулювання теоретичних положень і висновків; емпіричні – спостереження та аналіз навчального процесу, тестування, бесіда, аналіз письмових робіт.

Наукова новизна та теоретична значущість полягає в розробці, обґрунтуванні теоретичних засад та реалізації інтерактивного електронного посібника з математики для учнів 9 класу, адаптованого до особливостей вивчення завдань з параметрами.

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблений посібник може бути використаний в освітньому процесі під час складання конспектів уроків, розробки дидактичних матеріалів та інтерактивних занять.

Публікації. За темою магістерської кваліфікаційної роботи автором опубліковано 5 наукових праць, зокрема 2 статті у фахових наукових виданнях [4; 7] і 3 тези [2; 5; 6] у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел (21 найменувань) та двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 72 сторінки, з яких 60 сторінок основного тексту. Робота містить 3 таблиці і 24 рисунки.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНОТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ІНТЕРАКТИВНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА З МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЗАВДАНЬ З ПАРАМЕТРАМИ

1.1. Поняття, роль та значення електронних посібників

Система освіти є одним із ключових елементів соціального та економічного розвитку будь-якої країни. В Україні система освіти постійно трансформується, адаптуючись до сучасних вимог та викликів.

Під час пандемії COVID-19 світ зіткнувся з необхідністю введення віддаленої праці та навчання. Освітні заклади були змушені швидко перейти на онлайн-формат, що виявило як сильні сторони сучасної освіти, так і її слабкі місця. Зокрема, пандемія підкреслила необхідність у більш широкому впровадженні інтерактивних методів навчання та використання сучасних технологій.

Перехід на дистанційне навчання підкреслив важливість індивідуалізації освітнього процесу. Кожен здобувач має свій темп навчання, свої сильні та слабкі сторони. Традиційна модель «один учитель – багато учнів» виявилася недостатньо ефективною в умовах дистанційного навчання. Саме тому виникла необхідність у розробці нових інструментів та методів навчання, що б дозволили врахувати індивідуальні особливості кожного здобувача.

Останніми роками активно реалізується концепція Нової української школи (НУШ), яка спрямована на створення компетентнісного підходу до навчання. Основні цілі НУШ включають оновлення змісту освіти, впровадження інтерактивних методів навчання, підвищення кваліфікації вчителів та забезпечення рівного доступу до якісної освіти для всіх учасників освітнього процесу.

Цифрові технології суттєво змінюють традиційні методи навчання і роблять освітній процес більш інтерактивним та охоплювальним для здобувачів. Нові цифрові інструменти та платформи створюють сприятливі

умови для активної участі у навчанні та сприяють підвищенню ефективності освітнього процесу [5]. Одним із таких інноваційних засобів є інтерактивний електронний посібник. Це динамічний навчальний матеріал, який не просто передає інформацію, а й передбачає активну взаємодію користувача з навчальним контентом.

Науковці пропонують різні тлумачення поняття електронний посібник. Згідно з Н. Фіголь, електронний посібник – це структурований навчальний матеріал, що відповідає освітнім стандартам і призначений для засвоєння знань у зручному форматі [21]. Це видання проходить ретельну редактуру і розповсюджується в незмінному вигляді. М. Кадемія розглядає електронний посібник як інтерактивну систему, що містить навчальний матеріал і засоби перевірки знань [9]. В. Федорчук пропонує більш широке визначення, вважаючи електронний посібник універсальним інструментом для вивчення різних дисциплін [20].

Щодо постанови Міністерства освіти і науки України № 440 від 02.05.2018 року було затверджено Положення про електронний підручник, відповідно до якого *електронний підручник (посібник)* – це електронне навчальне видання із систематизованим викладенням навчального матеріалу, що відповідає освітній програмі, містить цифрові об'єкти різних форматів та забезпечує інтерактивну взаємодію [14].

Водночас О. Леонтєва пропонує інше бачення електронного посібника, розглядаючи його як віртуальний аналог традиційного підручника, але з особливостями, що полегшують сприйняття інформації [12]. На відміну від цього, І. Стромило розглядає електронний посібник як альтернативу або доповнення до традиційного підручника [19].

Розглянемо основні відмінності між традиційними (друкованими) та електронними посібниками (підручниками) (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Відмінності між традиційними і електронними посібниками

Критерій	Традиційний	Електронний
Носій інформації	Друкований на папері	Цифровий носій (комп'ютер, планшет, смартфон)
Формат подання інформації	Статичний текст, таблиці, зображення	Динамічний контент: текст, графіка, аудіо, відео, анімація, інтерактивні елементи (симуляції, тести, ігри)
Доступність	Обмежена фізичними носіями, необхідність придбання	Широкий доступ через мережу Інтернет, можливість оренди або безкоштовного використання
Інтерактивність	Обмежена, в основному у вигляді запитань наприкінці розділів і тестових завдань	Висока, дозволяє активну взаємодію: симуляції, тести, вправи, клікабельні елементи
Адаптивність	Фіксована структура, однакова для всіх здобувачів	Може адаптуватися до індивідуального темпу навчання, стилю пізнання та рівня знань здобувача
Обсяг інформації	Обмежений фізичними розмірами	Практично необмежений, можливість постійного оновлення та доповнення матеріалу
Пошук інформації	Лінійний пошук за змістом, заголовками	Швидкий пошук за ключовими словами, гіперпосилання, індексація контенту
Можливості оновлення	Потребує перевидання	Легке оновлення та доповнення матеріалу в режимі реального часу
Мультимедійність	Обмежена (ілюстрації, діаграми, таблиці)	Широкі можливості використання різних мультимедійних форматів для більш ефективного засвоєння матеріалу

Продовження таблиці 1.1

Критерій	Традиційний	Електронний
Екологічність	Використання паперу, друкарських фарб	Екологічніший варіант, зменшує споживання паперу
Вартість	Друковані книги зазвичай коштовні та мають обмежений тираж	Можливі початкові витрати на обладнання, а також абонентська плата за доступ до онлайн-ресурсів
Мобільність	Потребує транспортування книги	Доступний у будь-якому місці, де є Інтернет або наявний пристрій

З таблиці можна дійти висновку, що електронні посібники мають багато переваг перед традиційними, особливо в сучасному освітньому процесі. Вони пропонують мультимедійні можливості, інтерактивність, легке оновлення інформації та доступ до додаткових ресурсів. Це робить їх зручними для індивідуального навчання та адаптивними під потреби здобувача. Однак це не означає, що традиційні посібники у всьому поступаються електронним.

Розглянемо переваги традиційних посібників:

- доступність без техніки (не потребують комп'ютера чи Інтернету);
- тактильне відчуття (можливість фізично взаємодіяти з матеріалом, робити позначки, підкреслення);
- стабільність (не залежать від збоїв електроніки);
- знайомість (більшість людей звикли працювати з паперовими носіями).

Традиційні посібники чи підручники залишаються важливим навчальним ресурсом, і в деяких випадках їх використання є доцільнішим за електронні. Наприклад, для молодших школярів, коли ще формуються навички читання та письма, або в ситуаціях, коли немає доступу до електроніки та в ситуаціях з обмеженням електроенергії традиційні підручники відіграють важливу роль у навчанні.

Оптимальним рішенням є поєднання електронних та традиційних навчальних видань. Зокрема, електронні видання можуть використовуватися для подання нового матеріалу, проведення інтерактивних занять, а традиційні – для закріплення знань, виконання практичних завдань.

Електронні посібники – це динамічні навчальні матеріали, які залучають користувача до активної взаємодії з навчальним контентом. Вони можуть бути представлені у різноманітних форматах і виконувати різні функції [4]. Електронні освітні платформи виступають основою для реалізації електронних посібників.

Електронні освітні платформи – це веб-сервіси, що об'єднують різноманітні навчальні ресурси та інструменти для управління навчальним процесом [17]. Вони структуровані таким чином, щоб зберігати індивідуальні досягнення здобувачів та підтримувати різні формати завдань, включаючи текстові, графічні та мультимедійні. Такі платформи пропонують комплексні рішення для організації навчання, включаючи курси, дискусійні форуми, ресурси для самонавчання та забезпечують інтеграцію з іншими системами управління навчанням. Наприклад, платформа Moodle дозволяє створювати навчальні курси, проводити тестування, організовувати форуми та надавати доступ до навчальних матеріалів.

Мультимедійні електронні посібники – це сучасні навчальні засоби, які поєднують текстову, графічну, звукову, відео та анімаційну інформацію. Їхньою метою є підвищення ефективності та привабливості навчання. Завдяки багатим мультимедійним можливостям такі посібники забезпечують багатоаспектне подання навчального матеріалу, сприяючи глибшому його засвоєнню. Електронні підручники з історії, доповнені відеофрагментами, або онлайн-курси з іноземних мов з аудіозаписами носіїв мови є яскравими прикладами використання мультимедійних технологій у навчанні.

Інтерактивні електронні посібники – це цифрові аналоги традиційним посібникам (підручникам), збагачені інтерактивними компонентами. Вони поєднують статичний текстовий контент з динамічними

елементами, такими як вправи, контрольні завдання, моделювання та гіпертекстові посилання на додаткові матеріали. Перевагою таких посібників є розвиток навичок самостійного навчання та можливість використання як в аудиторних, так і в дистанційних форматах навчання. Прикладом інтерактивного посібника може слугувати PDF-документ, що містить теоретичний матеріал, практичні завдання та інтерактивні елементи.

Віртуальні лабораторії – це комплекси програм, за допомогою яких імітують виконання лабораторних робіт в лабораторії [15]. Широко застосовуються в природничих науках для імітації різноманітних процесів. Такі лабораторії дозволяють безпечно проводити дослідження, що в реальних умовах можуть бути небезпечними або економічно недоступними. Вони сприяють розвитку експериментальних навичок та формуванню наукового світогляду. Наприклад, віртуальні хімічні лабораторії дають змогу проводити хімічні досліди зі змішування речовин та спостереження за реакціями без ризику для здоров'я.

Електронні зошити – це програмні інструменти, призначені для створення та редагування різноманітних типів документів (тексту, таблиць, зображень тощо). Їх використовують для фіксації результатів навчальної діяльності, виконання завдань, підготовки презентацій. Електронні зошити можуть інтегруватися з іншими навчальними ресурсами, такими як електронні посібники. Вони полегшують організацію навчального матеріалу, сприяють співпраці над спільними проєктами та можуть бути використані на стаціонарних комп'ютерах і мобільних пристроях. Одним із популярних електронних зошитів є Microsoft OneNote, який дозволяє створювати нотатки, додавати мультимедійні елементи, структурувати навчальний матеріал та обмінюватися ним з іншими користувачами.

Мобільні застосунки для навчання – це програмні продукти, що встановлюються на смартфони та планшети і забезпечують мобільний доступ до освітніх ресурсів. Вони сприяють самоосвіті, можуть доповнювати традиційні методи навчання та перетворювати освітній процес на захопливу

гру завдяки елементам змагальності та системи нагородження. Наприклад, мобільний додаток Duolingo використовує інтерактивні вправи, ігри та гейміфікацію для ефективного вивчення мов.

Завдяки впровадженню інформаційних технологій в освіту здобувачі отримують можливість більш активно залучатися до освітнього процесу. Інтерактивні платформи та онлайн-інструменти стимулюють здобувачів до участі в дискусіях, обміну думками та самостійного дослідження навчального матеріалу [2].

Електронні посібники відрізняються за функціоналом та можливостями. Вибір конкретного типу посібника залежить від навчальних цілей, технічних ресурсів та потреб користувачів. Комбінування різних типів електронних посібників забезпечує комплексний підхід до навчання, сприяючи глибокому засвоєнню знань та розвитку ключових компетентностей здобувачів.

1.2. Дидактичні функції та особливості інтерактивних електронних посібників з математики

Інтерактивні електронні посібники з математики відіграють важливу роль в освітньому процесі завдяки своїм багатофункціональним можливостям. Їхня структура і зміст дозволяють виконувати важливі дидактичні функції, які охоплюють не тільки навчання і перевірку знань, а й виховання та розвиток особистісних якостей учнів. Ці функції допомагають підвищити ефективність навчання, мотивувати здобувачів до самостійної роботи та розвивати їхні творчі й інтелектуальні здібності.

Основною дидактичною функцією будь-якого навчального ресурсу є **навчальна функція**, яка полягає в передачі знань і формуванні вмінь та навичок здобувачів [3]. Інтерактивні електронні посібники з математики дозволяють забезпечити більш ефективну і зрозумілу подачу матеріалу завдяки мультимедійним елементам, які поєднують текст, графіки, відео, анімації, тести та інтерактивні вправи.

Електронні посібники дають можливість подавати інформацію в різних формах, що полегшує сприйняття складного математичного матеріалу. Використання відео та анімацій дозволяє наочно пояснювати такі абстрактні теми, як функції, графіки або геометричні перетворення. Це сприяє кращому засвоєнню та запам'ятовуванню здобувачами математичних понять.

Завдяки інтерактивним завданням здобувачі можуть відразу застосовувати отримані знання на практиці. Такі посібники часто містять вправи різної складності, що дозволяє здобувачам поетапно вдосконалювати свої навички, а також миттєво отримувати зворотний зв'язок щодо правильності виконаних завдань. Це сприяє глибшому розумінню матеріалу та розвитку математичних умінь.

Однією з важливих функцій інтерактивних електронних посібників є *розвиток інтелектуальних і творчих здібностей* здобувачів. Вивчення математики за допомогою інтерактивних методів стимулює логічне мислення, розвиток математичної інтуїції та формування навичок вирішення нестандартних завдань.

Завдяки інтерактивним завданням здобувачі мають можливість вирішувати логічні задачі, будувати математичні моделі, аналізувати дані та робити висновки. Така форма роботи дозволяє підвищувати рівень абстрактного мислення здобувачів, що є необхідним у вивченні математики.

Електронні посібники також сприяють розвитку творчих здібностей, надаючи завдання, що вимагають нестандартного підходу або кількох варіантів вирішення. Це може бути, наприклад, створення власних математичних моделей або пошук нових шляхів вирішення задач, що стимулює креативність і математичну уяву.

Постійна практика з інтерактивними вправами, які моделюють реальні ситуації, дозволяє розвивати математичну інтуїцію. Здобувачі вчаться розпізнавати типові підходи до вирішення завдань та швидко застосовувати необхідні методи.

Інтерактивні електронні посібники також можуть виконувати **виховну функцію**, формуючи у здобувачів науковий світогляд, культуру мислення і відповідальне ставлення до навчання.

Посібники допомагають здобувачам усвідомити значення математики у сучасному світі та її застосування у різних галузях науки і техніки. Окрім того, вони можуть включати історичні довідки про великих математиків та їхні відкриття, що розширює кругозір здобувачів і розвиває інтерес до предмета.

Математика виховує логічне, послідовне та критичне мислення. Використання інтерактивних посібників сприяє розвитку наукового підходу до вирішення проблем, навчає здобувачів аналізувати дані, формувати гіпотези, обґрунтовувати рішення та робити об'єктивні висновки.

Інтерактивні посібники з математики також виконують **контролюючу функцію**, дозволяючи учням і вчителям оцінювати рівень засвоєння матеріалу в режимі реального часу.

Завдяки автоматизованій системі тестування здобувачі можуть миттєво отримати зворотний зв'язок після виконання завдань. Це дозволяє їм не тільки перевірити свої знання, але й побачити, де допущено помилки, і, за можливості, виправити їх. Учитель також може аналізувати результати роботи здобувачів. Це допомагає індивідуалізувати навчання та швидко виявляти прогалини в знаннях. Оскільки результати роботи здобувачів є миттєво доступними, це стимулює їх до самоконтролю і самовдосконалення. Вони мають можливість бачити свої успіхи та недоліки, що підвищує їхню відповідальність за навчальний процес.

Аналіз науко-педагогічної та методичної літератури [3; 9; 11; 15] показав, що інтерактивні електронні посібники з математики виконують низку дидактичних функцій: сприяють ефективному навчанню, розвивають інтелектуальні та творчі здібності, виховують наукове мислення і забезпечують контроль за рівнем знань. Завдяки своїм можливостям такі посібники значно покращують якість освітнього процесу. Це робить його більш цікавим, зручним і продуктивним.

Окрім того, інтерактивні електронні посібники відрізняються від традиційних паперових видань своєю динамічною і гнучкою природою, що дозволяє значно розширити можливості освітнього процесу. Ці посібники використовують сучасні технології, завдяки яким забезпечується більше залучення здобувачів, індивідуальний підхід до навчання та гнучкість у подачі матеріалу. Розглянемо основні особливості інтерактивних електронних посібників.

Електронні посібники **роблять навчання активним**, оскільки здобувачі стають безпосередніми учасниками освітнього процесу. Вони не просто сприймають інформацію пасивно, як це часто буває у традиційних навчальних виданнях, а й активно взаємодіють із матеріалом [11]. Замість того, щоб лише читати та аналізувати інформацію або розв'язувати завдання на папері, здобувачі можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами: розв'язувати вправи, вибирати правильні відповіді у тестах, будувати графіки, працювати з симуляціями. Це підвищує рівень залученості і допомагає краще засвоювати матеріал. Також багато інтерактивних посібників використовують елементи гейміфікації, що мотивує здобувачів до навчання. Завдання з елементами гри стимулюють досягати поставлених цілей і виконувати завдання із задоволенням, що особливо важливо для дітей молодшого і середнього віку.

Однією з ключових переваг інтерактивних посібників є **можливість миттєвого отримання зворотного зв'язку**, що значно підвищує ефективність навчання. Після виконання інтерактивних вправ або тестів здобувачі отримують миттєві результати. Це дозволяє їм швидко зрозуміти, де були допущені помилки, і внести необхідні корективи. Зауважимо, що такі посібники можуть не лише показувати правильні або неправильні відповіді, а й пояснювати, чому певна відповідь є правильною або неправильною. Це допомагає здобувачам усвідомити свої помилки і не повторювати їх у майбутньому.

Електронні посібники дозволяють **адаптувати освітній процес до індивідуальних потреб кожного здобувача**, що є важливим аспектом сучасної

освіти. Деякі електронні посібники містять адаптивні системи, які автоматично підлаштовуються під рівень знань здобувача освіти. Якщо він легко виконує завдання, система може запропонувати складніші вправи. Якщо виникають труднощі, програма може запропонувати додаткові пояснення або вправи для повторення матеріалу. Таким чином, здобувачі мають можливість проходити матеріал у своєму власному темпі, що дозволяє кожному засвоювати знання індивідуально. Це особливо важливо для тих, хто потребує більше часу на опрацювання складних тем або, навпаки, може швидко засвоювати матеріал.

Електронні посібники *дозволяють гнучко змінювати структуру і зміст навчального матеріалу* відповідно до потреб здобувачів або вимог навчальної програми [13]. Вони можуть легко оновлюватися, що дозволяє додавати нові матеріали або змінювати існуючі відповідно до змін у програмі або потреб здобувачів. Це значна перевага порівняно з традиційними посібниками, які оновлюються рідше і можуть застаріти.

Інтерактивні електронні посібники з математики володіють низкою особливостей, які роблять їх потужним інструментом в освітньому процесі. Вони забезпечують активний характер навчання, дають можливість отримувати миттєвий зворотний зв'язок, сприяють індивідуалізації освітнього процесу, використовують мультимедійні можливості для візуалізації складних концепцій і є гнучкими щодо структури та змісту. Ці особливості роблять інтерактивні посібники ефективним засобом для підвищення мотивації здобувачів і покращення якості навчання.

1.3. Методичні засади та структура розробки інтерактивного електронного посібника з математики

Спираються на загальні стандарти до навчальних видань, встановлені Міністерством освіти і науки України, розглянемо основні вимоги до електронних посібників, що а саме:

- 1) науковість змісту посібника:

- електронний посібник повинен доповнювати традиційний, надаючи додаткову інформацію, а не повторюючи його повністю (текстовий матеріал має бути стислим та структурованим за допомогою гіпертекстових посилань; бажано включення стислого конспекту основних ідей друкованого видання);

- електронний посібник не повинен містити зайвих елементів, що відволікають від освітнього процесу;

- важливі поняття можна виносити в глосарій та забезпечувати швидкий доступ до їхніх визначень за допомогою гіперпосилань або спливаючих підказок;

- електронний посібник може містити розширені матеріали, такі як біографії вчених, історичні документи, огляди сучасних досліджень;

- ресурс має пропонувати різноманітні творчі завдання та проєкти, що передбачають використання сучасних технологій;

- для предметів з тривалим вивченням доцільно забезпечити швидкий доступ до матеріалу попередніх років;

2) структура змісту:

- зміст електронного посібника слід структурувати за допомогою гіперпосилань, що забезпечують швидкий доступ до різних розділів, глосарію, довідкової інформації;

- матеріал має бути логічно розподілений на модулі, що відповідають структурі навчального процесу;

- електронний посібник повинен охоплювати як теоретичний матеріал, так і практичні завдання різного рівня складності (він має містити різноманітні інтерактивні елементи (презентації, шаблони, вправи тощо), що сприяють активному засвоєнню знань);

3) доступність змісту:

- зміст електронного підручника має бути адаптований до вікових особливостей здобувачів та їхніх попередніх знань (складність завдань і подання інформації повинні поступово ускладнюватися);

- електронний посібник повинен використовувати всі переваги цифрового формату для подання інформації в різних форматах (текст, зображення, аудіо, відео), що дозволить зробити навчання більш цікавим та ефективним;

4) навчально-методичне забезпечення:

- електронний підручник має містити детальні інструкції, які допоможуть користувачеві ефективно працювати з ресурсом;
- завдання та питання мають бути спрямовані на перевірку глибокого розуміння навчального матеріалу;
- електронний посібник повинен забезпечувати автоматичну перевірку відповідей, надавати зворотний зв'язок та відстежувати прогрес у навчанні;
- ресурс має містити розвинену систему підказок та довідки;
- електронний посібник повинен використовувати різноманітні мультимедійні засоби для наочного подання навчального матеріалу;
- шрифти та інші елементи оформлення мають бути адаптовані до вікових особливостей здобувачів [8].

Інтерактивний електронний посібник – це динамічний інструмент навчання, який постійно розвивається. Його структура відіграє важливу роль у забезпеченні ефективного освітнього процесу.

Електронні посібники з математики повинні мати чітко визначену структуру, яка допомагає учасникам освітнього процесу організувати процес навчання і сприяє кращому засвоєнню матеріалу. **Структура** такого посібника поєднує в собі теоретичні знання, практичні завдання, тести для самоперевірки і додаткові матеріали для глибшого вивчення теми [10]. Розглянемо детальніше основні компоненти структури.

Інтерактивний електронний посібник з математики зазвичай складається з кількох типових розділів, кожен з яких виконує свою роль у процесі навчання.

Структура інтерактивного електронного посібника з математики включає кілька важливих елементів, які забезпечують ефективне засвоєння

матеріалу. Перш за все, **теоретична частина** повинна бути подана у зручному та наочному форматі. Основні поняття і правила слід викладати лаконічно, використовуючи схеми, таблиці, діаграми та інші графічні засоби для полегшення сприйняття матеріалу [18]. Важливу роль відіграють мультимедійні елементи, зокрема анімації та відео. Вони допомагають краще зрозуміти складні концепції. Наприклад, анімаційні графіки дозволяють наочно продемонструвати зміни параметрів і їх вплив на розв’язки рівнянь. Крім того, здобувачі мають можливість активно взаємодіяти з теоретичним матеріалом, змінюючи параметри задач і спостерігаючи за результатами. Для поглибленого вивчення теми можна включати гіперпосилання на додаткові джерела. Наприклад, для наочного пояснення розв’язання повних квадратних рівнянь можна використовувати загальну схему його розв’язання, яка нагадує певний алгоритм (рис. 1.1).

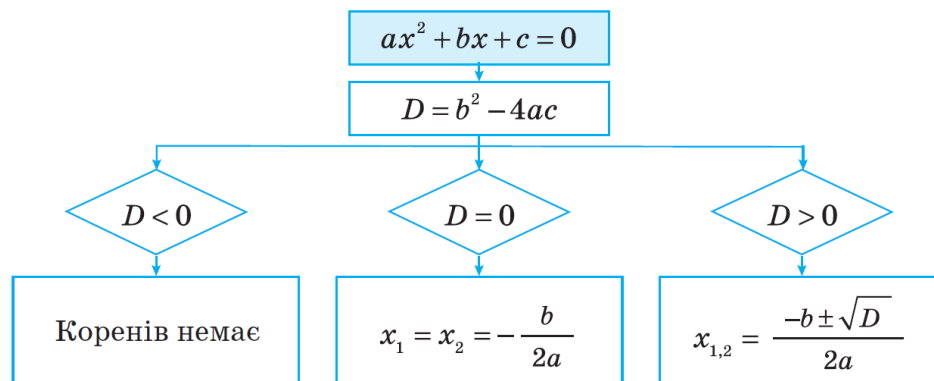


Рис. 1.1. – Схема розв’язання повного квадратного рівняння

Розв’язання типових задач з детальним поясненням кожного кроку дозволяє здобувачам краще зрозуміти, як застосовувати теоретичні знання на практиці [16]. Наприклад, ґрунтовне розв’язання математичних завдань з параметрами допомагають краще зрозуміти методику й способи їх розв’язання (рис. 1.2).

Знайдіть значення m , при яких має безліч розв'язків система рівнянь $\begin{cases} (m+1)x - y = m, \\ (m-3)x + my = -9. \end{cases}$

Розв'язання

Крок	Зміст дії	Результат дії
КРОК 1	Знайдемо значення m , при яких система має безліч розв'язків. Використаємо умову $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2}$.	$\frac{m+1}{m-3} = -\frac{1}{m} = \frac{m}{-9}$
КРОК 2	Знайдемо значення m із рівності будь-яких двох відношень, наприклад другого й третього.	$-\frac{1}{m} = \frac{m}{-9}; m^2 = 9,$ отже, $m_1 = -3$ або $m_2 = 3$
КРОК 3	Перевіримо, при якому з отриманих значень m перші два відношення (або перше й третє) дорівнюють одне одному.	1) При $m = 3$ вираз $\frac{m+1}{m-3}$ не існує. 2) При $m = -3$ $\frac{m+1}{m-3} = -\frac{1}{m}; \frac{-2}{-6} = -\frac{1}{-3}$ (правильно). При $m = -3$ система має безліч розв'язків

Рис. 1.2. – Детальне і наочне пояснення розв'язання завдання

Практична частина посібника має містити інтерактивні вправи та тести з миттєвим зворотним зв'язком. Це дозволяє здобувачам не лише закріпити теоретичні знання, але й одразу отримати оцінку правильності своїх відповідей. Кожна вправа може супроводжуватися детальними поясненнями до помилок, що сприяє кращому розумінню матеріалу. Інтерактивні завдання дозволяють здобувачам змінювати параметри й спостерігати за змінами в задачах. Тести охоплюють завдання різного рівня складності: від базових до більш складних, що потребують більшого аналізу. Крім того, важливою складовою є система автоматичної перевірки, яка надає здобувачам миттєвий зворотний зв'язок.

Після кожного розділу або теми доцільно надавати узагальнюючі завдання, які дозволяють перевірити знання здобувачів і закріпити ключові навички. Це можуть бути завдання на порівняння різних типів рівнянь, нерівностей або їх систем із параметрами. Короткий виклад основних теоретичних понять, що були розглянуті в розділі, можуть допомогти здобувачам швидко повторити матеріал перед виконанням контрольних або самостійних робіт.

Додаткові матеріали збагачують освітній процес і розширюють горизонти здобувачів. Розповіді про розвиток математики, видатних математиків та їхні відкриття допомагають зрозуміти історичний контекст математики. Також нестандартні застосування математики в різних сферах життя стимулюють цікавість і мотивацію серед груп здобувачів. Прикладами до цього може бути інформація про використання математичних моделей в архітектурі або медицині. Завдання, що вимагають від здобувачів самостійного дослідження і творчого підходу, стимулюють розвиток критичного мислення і дослідницьких навичок. Додаткові матеріали для поглибленого вивчення теми, такі як онлайн-курси, відео-лекції або статті слугують яскравими прикладами до цього. Це дозволяє здобувачам отримати більше інформації про тему і розширити свої знання за межами основного посібника.

Інтерактивний електронний посібник має бути структурований таким чином, щоб здобувачі могли поступово рухатися від простого до складного, засвоюючи матеріал логічними етапами. **Логічна послідовність** є важливою складовою, що допомагає організувати освітній процес і робить його зрозумілим для здобувачів.

Як відомо, навчальний матеріал повинен містити розділи, кожен з яких базується на знаннях, отриманих з попередніх. Це дозволяє здобувачам поступово ускладнювати завдання, не пропускаючи важливих етапів засвоєння матеріалу. Наприклад, спочатку вивчаються основні поняття теми, потім здобувачі переходять до базових вправ, після чого виконують більш складні завдання. Кожен розділ посібника побудований за чіткою структурою: спочатку подається теоретичний матеріал з наведенням прикладів виконання завдань, потім практичні завдання для закріплення знань, після чого проводиться перевірка набутих умінь і навичок, наприклад, у вигляді тестування. Така послідовність дозволяє учасникам освітнього процесу краще організувати процес навчання і забезпечує ефективне засвоєння знань.

Важливою частиною структури є періодичне повторення пройденого матеріалу й узагальнення основних понять. Це може бути реалізовано у вигляді підсумкових тестів або завдань для повторення, що допомагає здобувачам закріпити матеріал і краще його запам'ятати.

Отже, структура та зміст інтерактивного електронного посібника з математики будується на логічній послідовності подання матеріалу та включає типові розділи, що забезпечують повноцінний освітній процес. Така структура дозволяє здобувачам поступово й ефективно засвоювати матеріал, закріплювати знання через практичні завдання й інтерактивні тести, а також поглиблювати свої знання за допомогою додаткових матеріалів.

1.4. Особливості вивчення задач з параметрами за допомогою інтерактивних електронних посібників

Інтерактивні електронні посібники значно спрощують вивчення складних математичних тем, зокрема задач з параметрами, завдяки поєднанню теоретичного матеріалу та практичних завдань, доповнених інтерактивними компонентами. При належній організації матеріалу посібник сприяє вивченню здобувачами завдань з параметрами у логічній послідовності, отримувати миттєвий зворотний зв'язок і розвивати індивідуальні навички, які можна застосувати для вирішення математичних задач різної складності.

Параметр – це величина, значення якої може змінюватися в межах заданої множини. Розуміння поняття параметра є важливим для розв'язання багатьох математичних задач, що мають практичне застосування. Наприклад, $a^2x - 1 = x + a$ – рівняння, де x – змінна, a – параметр. Залежно від того, чому дорівнює a , залежить розв'язок рівняння.

Розв'язати рівняння, нерівність або систему з параметром означає для кожного значення параметра встановити, чи мають вони розв'язки, і якщо так, то знайти їх, що в більшості випадків залежатимуть від параметра.

У шкільному курсі математики задачі з параметрами включають різні види завдань. Першим із них є *розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем з параметрами у загальному вигляді*. Основна мета таких завдань – знайти всі розв'язки рівняння, нерівності або системи залежно від значення параметра. Зазвичай такі завдання розв'язують як звичайні без параметрів, проте розглядають всі особливі випадки, які впливають на хід розв'язання завдання.

Дослідницькі задачі з параметрами орієнтовані на глибше вивчення значення рівнянь або нерівностей при зміні параметра. У таких задачах важливо не тільки знайти розв'язок, а й зрозуміти, як він змінюється залежно від значень параметра. Це можуть бути, наприклад, завдання на пошук області допустимих значень параметра, при яких розв'язок належить певному інтервалу, або ситуації, де всі корені мають бути додатними. Для дослідження таких задач часто використовуються таблиці значень, аналіз граничних випадків та графічні методи, які допомагають краще зрозуміти взаємозв'язок між параметром і розв'язками.

Ще одним поширеним видом завдань є *дослідження кількості розв'язків рівнянь або систем рівнянь залежно від значення параметра*. Мета таких задач полягає у визначенні значень параметра, за кожного з яких рівняння, нерівність або система має єдиний розв'язок, кілька розв'язків або взагалі їх не має. Для цього використовують як графічні методи, будуючи графіки і шукаючи точки перетину, так й аналітичні підходи, зокрема дослідження властивостей функцій та використання дискримінанта для визначення кількості коренів у квадратних рівняннях.

Ураховуючи модельну навчальну програму «Алгебра. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти [1], можна скласти структуроване і послідовне вивчення задач з параметрами. Логічна структура інтерактивного електронного посібника забезпечує поступовий перехід від простих до складніших математичних тем. Це дозволяє здобувачам краще засвоїти

матеріал, а інтерактивні завдання та приклади сприяють їх глибшому розумінню.

Логічна послідовність вивчення задач з параметрами для здобувачів 9-го класу може бути такою:

- повторення основних фактів та способів розв'язання рівнянь, нерівностей та їх систем;
- лінійні рівняння і нерівності та їх системи з параметрами;
- квадратні рівняння і нерівності та їх системи з параметрами;
- дробово раціональні рівняння і нерівності та їх системи з параметрами;
- рівняння, що містять модуль, з параметрами;
- використання властивостей функцій при розв'язуванні рівнянь з параметрами.

Вивчення задач з параметрами є одним з найскладніших розділів шкільного курсу математики. Інтерактивні електронні посібники можуть надати унікальні можливості для візуалізації та розуміння цих задач. Для ефективного вивчення завдань з параметрами посібник має надавати наочні та зручні пояснення до розв'язків завдань, де покроково розглядається кожен етап розв'язання. У завданнях для самостійного розв'язання мають бути завдання, що відповідають прикладам розв'язання.

Для більшого розуміння задач з параметрами доцільно пропонувати завдання, використовуючи сучасні технології. Наприклад, для зміни розв'язків деякого рівняння, нерівності або функції, що містить параметр, можна використовувати програмні засоби для програмування або динамічне математичне програмне забезпечення.

Інтерактивні електронні посібники дають можливість створювати завдання з різними рівнями складності та різними умовами значень параметрів, що дозволяє індивідуалізувати освітній процес. Такі завдання можна розглядати у форматі тесту, щоб здобувачі мали можливість миттєво отримати результати своїх напрацювань. Ці тести мають супроводжуватися різноманітністю форматів: з однією правильною відповіддю; з кількома

правильними відповідями; на встановлення відповідності; з короткою відповіддю. Окрім цього, кожне завдання може містити пояснення до розв'язання, оскільки зворотний зв'язок є невід'ємною частиною інтерактивних електронних посібників.

Наголосимо, що інтерактивні електронні посібники сприяють розвитку критичного мислення та самостійної роботи здобувачів. Завдяки можливості миттєво отримувати зворотний зв'язок, здобувачі можуть самостійно аналізувати свої помилки та знаходити правильні шляхи для їх виправлення. Це дозволяє виховувати відповідальність за процес навчання, що є важливим елементом розвитку самостійності. Окрім цього, вивчення завдань з параметрами сприяє розвитку логічного мислення, а тому це все разом створює ефективний інструмент для навчання.

Інтерактивні посібники дають можливість вчителям легко адаптувати навчальний матеріал під індивідуальні потреби учнів. Наприклад, можна розглядати завдання з параметрами різного рівня складності залежно від рівня підготовки кожного здобувача. Це дозволяє забезпечити диференційований підхід до навчання, що особливо актуально в умовах дистанційної освіти.

Таким чином, інтерактивні електронні посібники є потужним інструментом для вивчення задач з параметрами. Вони дозволяють зробити цей складний матеріал більш доступним і зрозумілим для здобувачів, забезпечуючи наочний процес розв'язання завдань, інтерактивні завдання й тести, що забезпечується зворотнім зв'язком.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Було здійснено огляд основних загальнотеоретичних аспектів, які стосуються використання інтерактивних електронних посібників для вивчення задач з параметрами у шкільному курсі математики. Вивчення таких задач вимагає ґрунтовної теоретичної підготовки, гнучкого підходу до викладання та ефективного застосування новітніх освітніх технологій, зокрема інтерактивних електронних посібників, які забезпечують не тільки отримання знань, але й розвиток навичок самостійного вирішення задач.

Актуальність дослідження підтверджується зростаючою необхідністю інтеграції сучасних технологій в освітній процес. Електронні посібники стають важливим інструментом навчання, оскільки дозволяють більш гнучко та індивідуально підходити до процесу вивчення складних математичних тем, таких як завдання з параметрами, які часто зустрічаються у формах контролю відповідності результатів навчання здобувачів, зокрема ЗНО, НМТ, ДПА.

Інтерактивні електронні посібники мають значний потенціал для підвищення ефективності навчання за рахунок поєднання теоретичних матеріалів із практичними завданнями, доповненими інтерактивними елементами. Важливість урахування дидактичних функцій та методичних принципів при побудові таких посібників є важливим чинником їхньої успішної реалізації в освітньому процесі. Застосування інтерактивних завдань, динамічного програмного забезпечення та тестів з миттєвим зворотним зв'язком сприяє глибшому розумінню та засвоєнню здобувачами математичних тем. Особливості структури і змісту посібника, включаючи поступовий перехід від простих до складних завдань, дозволяють організувати системне вивчення задач з параметрами, що є необхідним для досягнення високих результатів.

Отже, розробка інтерактивних електронних посібників з математики є актуальним завданням для сучасної освіти, і правильно побудований посібник може стати потужним засобом для полегшення вивчення складних тем, зокрема задач з параметрами.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕРАКТИВНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА З МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ТА РОЗВ'ЯЗКУ ЗАВДАНЬ З ПАРАМЕТРАМИ

2.1. Обрання середовища для розробки електронного посібника

Для розробки інтерактивного електронного посібника було обрано середовище **Microsoft Word** завдяки його широким можливостям для оформлення навчальних матеріалів, а також зручності у використанні як для вчителів, так і для учнів. Ця платформа забезпечує не лише базові інструменти для роботи з текстом, але й функції, що дозволяють легко структурувати та формувати інформацію. Microsoft Word входить до пакету Microsoft Office, який широко використовується в освітніх закладах, що робить його звичним і доступним для більшості користувачів.

Серед головних переваг Microsoft Word – зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (рис. 2.1), який сприяє швидкому освоєнню функцій програми та продуктивній роботі з текстом і графікою. Для посібника з математики особливо важливі можливості додавання формул та математичних символів. Інструмент «Формули» в Word дозволяє створювати різноманітні базові математичні вирази, що значно економить час і забезпечує зручність. Можливість додавати таблиці та графічні елементи, такі як діаграми чи зображення, дозволяє наочно ілюструвати теоретичні матеріали, що допомагає здобувачам краще засвоїти інформацію.

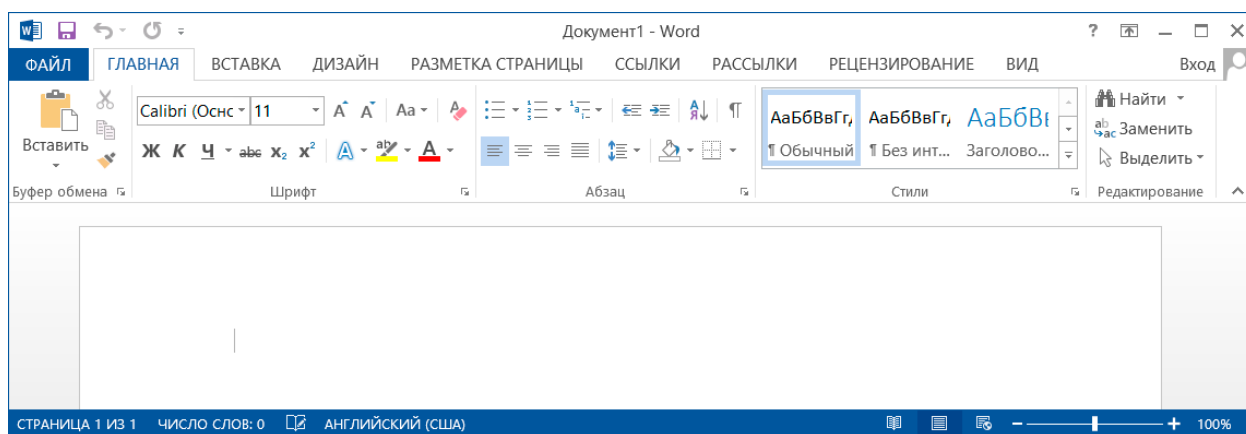


Рис. 2.1. – Загальний інтерфейс середовища Microsoft Word

Ще однією важливою функцією є створення інтерактивних елементів. Word підтримує гіперпосилання, що дозволяє користувачам переходити до певних розділів документа або зовнішніх джерел інформації. Це особливо корисно у навчальних посібниках, оскільки забезпечує гнучку навігацію за матеріалом, дозволяючи учасникам освітнього процесу швидко знаходити необхідну інформацію.

Наступною складовою Word є його функціональні можливості перевірки правопису і граматики. Вбудовані інструменти допоможуть виявити та виправити помилки у тексті, що підвищує загальну якість посібника.

Для більш складних математичних записів, які інструмент «Формули» не може якісно відтворити, було обрано програмний додаток **MathType** – інструмент для набору формул на професійному рівні. Він використовується для оформлення документів. Сумісний з текстовими редакторами, зокрема Word, а також програмами для обробки даних під поліграфічні стандарти або з метою презентацій. Інтерфейс додатку зображено на рис. 2.2.

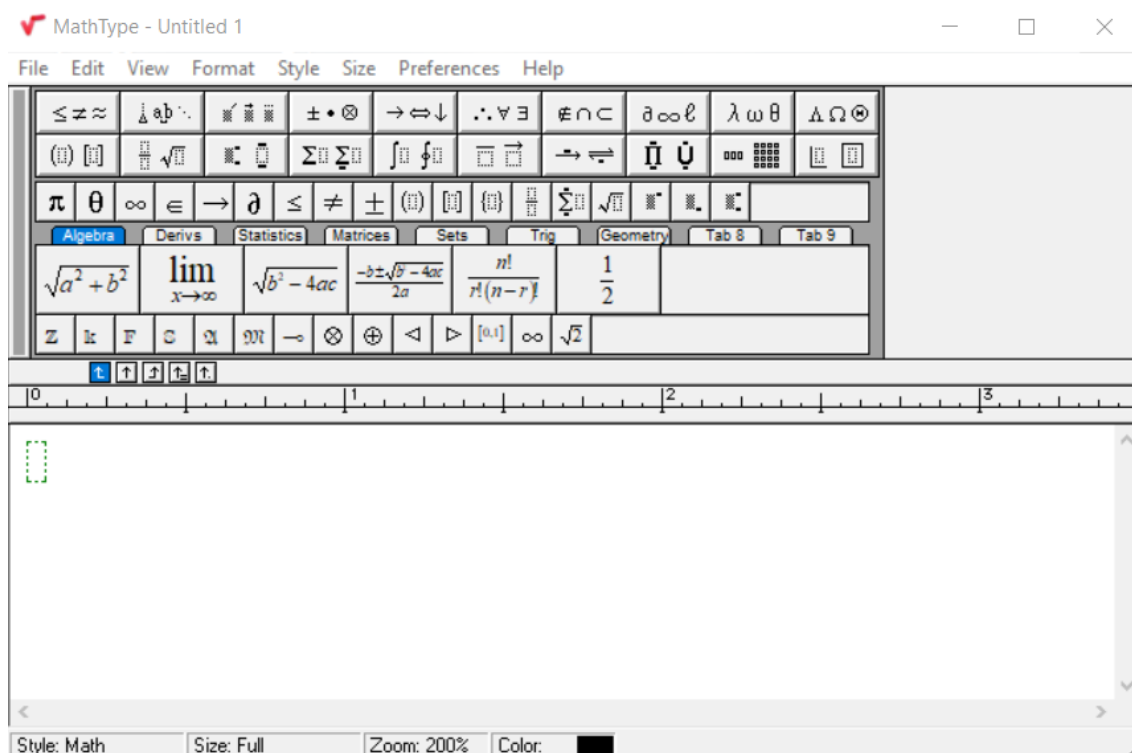


Рис. 2.2. – Інтерфейс програми MathType

Тісна інтеграція Word з іншими програмами пакету Office (Excel, PowerPoint, OneNote тощо) дозволяє легко переносити дані між різними документами. Наприклад, можна імпортувати таблиці з Excel, вставляти діаграми з PowerPoint або додавати нотатки з OneNote. Це значно спрощує процес створення комплексного посібника. Окрім того, є підтримка різних форматів збереження (експорту) файлів. Користувач може зберегти свій посібник у форматі .docx, .pdf, .html та інших, зберігаючи всі гіперпосилання, що створює посібник у зручному форматі для учнів і вчителів.

Для створення інтерактивних елементів у посібнику було обрано **Adobe Acrobat Pro** (рис. 2.3), який забезпечує широкі можливості для створення динамічних функцій і форм. Ця платформа дозволяє додавати різні типи інтерактивності, які роблять навчання більш гнучким і зручним для здобувачів, оскільки всі елементи, зокрема кнопки, випадаючі списки та поля введення, працюють безпосередньо в PDF-документі. Adobe Acrobat Pro, як один з провідних інструментів для роботи з PDF, є оптимальним вибором для створення інтерактивного навчального матеріалу.

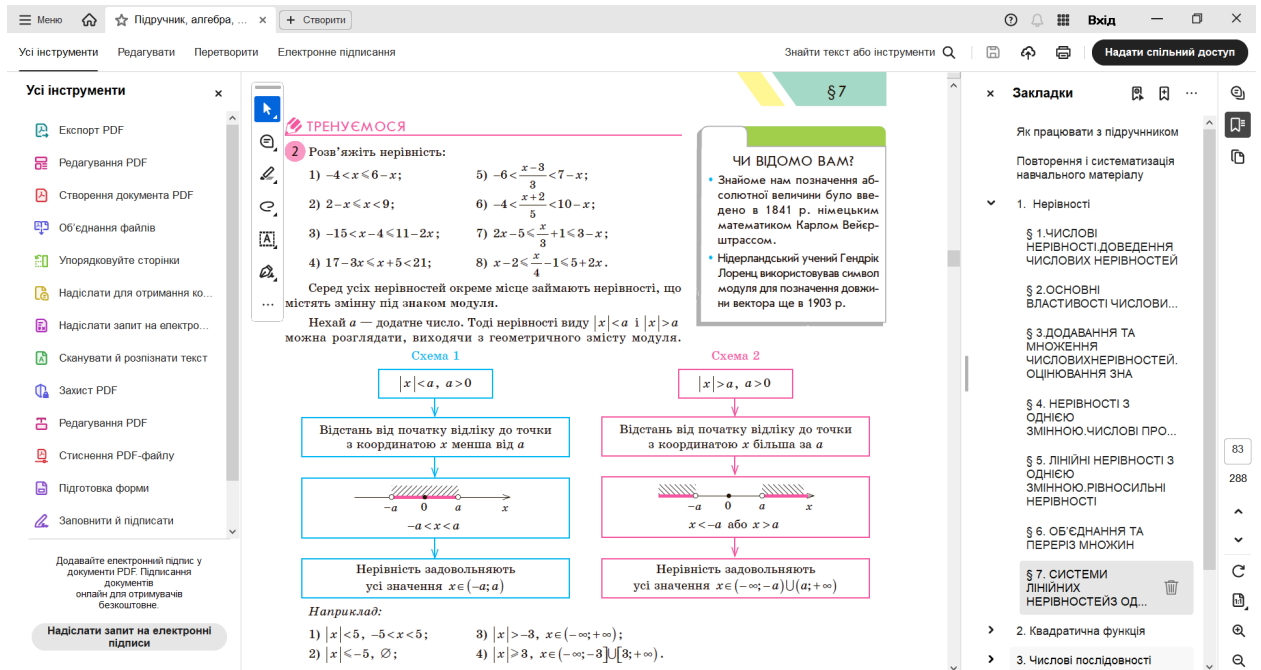


Рис. 2.3. – Інтерфейс програми Adobe Acrobat Pro

Acrobat Pro надає розширені можливості для редагування PDF-документів, включаючи зміну тексту, зображень, макетів та структури документа. Це дозволяє створювати посібник, який відповідає всім необхідним вимогам. А створені в Acrobat Pro документи можна переглядати на різних пристроях (комп'ютерах, планшетах, смартфонах) без втрати якості та функціональності.

Однією з найважливіших функцій Adobe Acrobat Pro є можливість додавання полів для введення відповідей за допомогою інструмента «Підготовка форми». Наприклад, здобувачі можуть вводити свої розв'язки прямо у файлі посібника, що дозволяє виконувати завдання безпосередньо в PDF-документі, не переходячи до інших додатків. Це підвищує зручність користування посібником та полегшує самоконтроль. Інший інтерактивний елемент – це кнопки для навігації або підтвердження відповідей, які допомагають здобувачам переходити між розділами або відправляти результати на перевірку.

Adobe Acrobat Pro також підтримує функцію програмування на JavaScript, що дозволяє створювати складні інтерактивні механізми.

Наприклад, можна додати функцію автоматичної перевірки результатів: після натискання кнопки відповідь порівнюється з правильним розв'язком, і користувач отримує зворотний зв'язок про правильність виконання. Це дозволяє миттєво оцінити результат і сприяє формуванню навичок самоконтролю та вдосконаленню знань.

Окрім того, Adobe Acrobat Pro надає можливості для створення розкривних списків і чекбоксів, що допомагають урізноманітнити завдання. Наприклад, для питань з вибором відповіді можна використовувати розкривні списки, що спрощує процес тестування і є зручним для користувачів. Різні типи полів для введення також дають змогу адаптувати завдання до різних форм роботи, таких як відкриті відповіді, заповнення пробілів чи вибір із запропонованих варіантів.

Перевагою Adobe Acrobat Pro також є збереження всіх функцій навіть після експорту в PDF. Це означає, що інтерактивні елементи будуть доступні на будь-якому пристрої з підтримкою PDF, що робить посібник зручним для використання на уроках, самостійній роботі та під час дистанційного навчання.

2.2. Розробка структури електронного посібника

Посібник доступний для завантаження за посиланням: <https://drive.google.com/file/d/13UucuBXsIrnQo8fEPjwH1zaFiuPweBmr/view?usp=sharing>. Завантаживши посібник у форматі .pdf, користувач отримає доступ до інтерактивних компонентів, детально структурованого матеріалу та можливостей для самоперевірки.

Титульний аркуш є обличчям електронного посібника, тому особлива увага приділена його дизайну, щоб зробити його привабливим та інформативним. Основні елементи титульної сторінки включають автора посібника, назву предмета, клас, для якого розроблено посібник, а також найменування посібника. Дизайн використовує відтінки синього кольору, що

сприяє асоціації з інтелектуальною працею та ефективним сприйняттям матеріалу.

У розділі «Передмова» користувачам надаються інструкції з використання посібника. Цей розділ містить рекомендації щодо вибору програмного забезпечення для оптимальної роботи з посібником. Наприклад, рекомендується використовувати Adobe Acrobat Pro або Adobe Reader версії 7.0 або вищої, оскільки саме ці програми найкраще підтримують усі інтерактивні елементи, такі як кнопки, випадаючі списки, а також функції самоконтролю. Окрім того, вступ роз'яснює структуру та функціонал посібника, надає короткі вказівки до основних розділів та самостійних робіт, щоб користувач міг легко орієнтуватися.

Зовнішній вигляд обкладинки і сторінку передмови наведено на рис. 2.4.

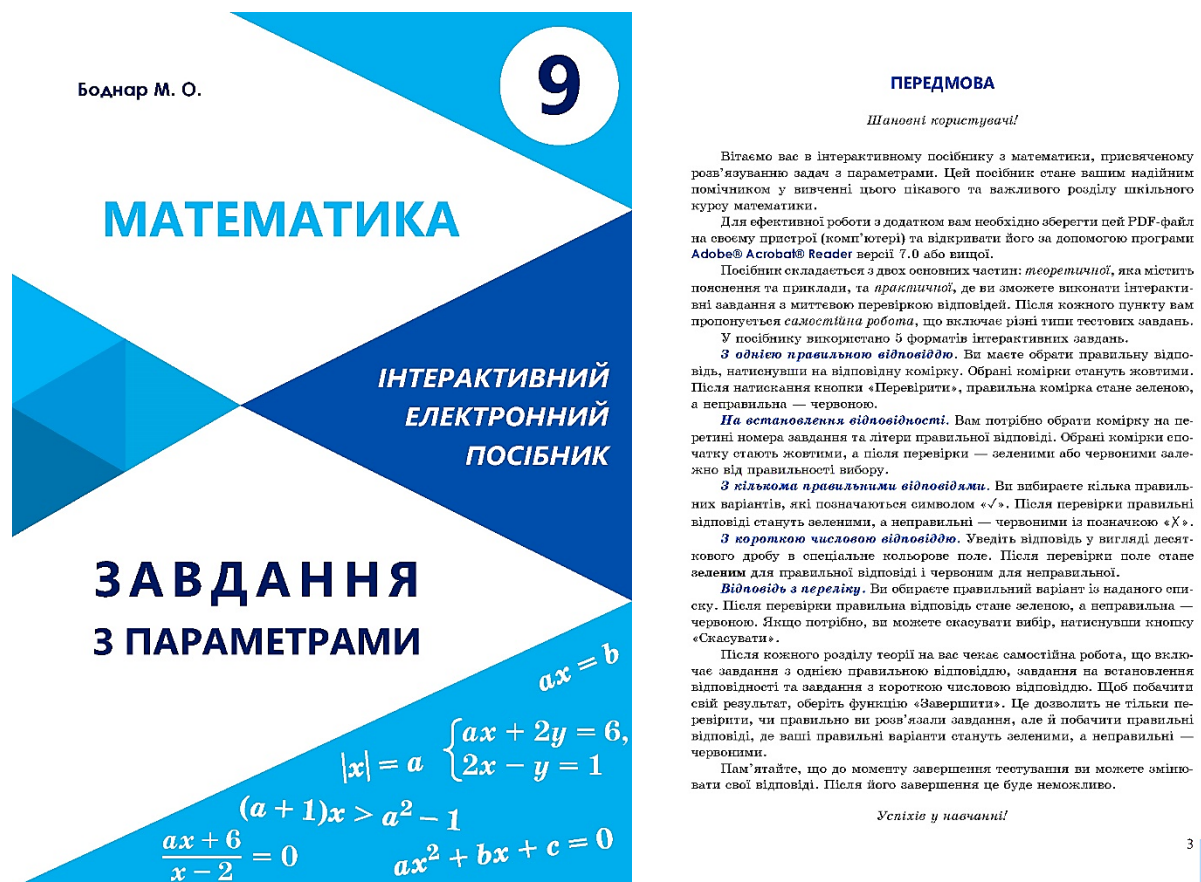


Рис. 2.4. – Зовнішній вигляд титульного аркуша посібника і сторінка «Передмова» для користувачів

Зміст посібника розроблено як зручний навігаційний інструмент, що дозволяє швидко перейти до будь-якого розділу або підрозділу. Усі назви розділів і підрозділів у змісті оформлені як гіперпосилання, які ведуть до відповідних сторінок. Наприклад, розділ «Рівняння» містить підрозділи, такі як «Лінійні рівняння» і «Квадратні рівняння», а також посилання на сторінки, де вони починаються (рис. 2.5). Така структура полегшує навігацію та робить роботу з посібником зручною та ефективною.

ЗМІСТ	
РОЗДІЛ 1. ПОВТОРЕННЯ	4
РІВНЯННЯ	4
Лінійні рівняння	4
Квадратні рівняння	11
Раціональні рівняння	22
Рівняння, що розв'язуються методом заміни змінної	32
СИСТЕМИ РІВНЯНЬ	39
Системи лінійних рівнянь	39
Системи рівнянь другого степеня	51
НЕРІВНОСТІ ТА ЇХ СИСТЕМИ	61
Лінійні нерівності	61
Системи лінійних нерівностей	70
Квадратні нерівності	78
Метод інтервалів	87
РОЗДІЛ 2. ЛІНІЙНІ РІВНЯННЯ, НЕРІВНОСТІ ТА ЇХ СИСТЕМИ З ПАРАМЕТРАМИ	96
ЛІНІЙНІ РІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ	96
Існування коренів рівняння залежно від параметра	96

Рис. 2.5. – Навігаційний зміст посібника

Послідовність побудови змісту посібника базується на принципі поступового ускладнення матеріалу, що дає змогу здобувачам спочатку засвоїти базові аспекти рівнянь, нерівностей та їх систем, а потім переходити до більш складних задач, що включають параметри.

Перший розділ спрямований на засвоєння базових навичок у роботі з рівняннями, нерівностями та їх системами, що є основою для розв'язання завдань з параметрами. Детально розглядаються лінійні, квадратні, раціональні рівняння, системи рівнянь різних видів та основні методи розв'язання нерівностей. Це створює фундамент для розуміння задач з параметрами, які вводяться у наступному розділі. Така структура дозволяє

здобувачам повторити та закріпити основні знання перед тим, як переходити до нових, складніших тем.

У другому розділі розглядаються лінійні рівняння, нерівності та їх системи з параметрами. Спочатку вводиться концепція залежності коренів рівняння або розв'язків системи від значення параметра, що дозволяє здобувачам краще зрозуміти вплив параметра на результат розв'язання. Таким чином, вони поступово оволодівають навичками аналізу й оцінювання розв'язків задач з параметрами.

Третій розділ присвячений квадратним рівнянням і нерівностям з параметрами. Він завершує логічну послідовність посібника. Розгляд квадратних рівнянь з параметрами дозволяє здобувачам засвоїти складніші алгоритми, зокрема використання дискримінанту та теореми Вієта для аналізу коренів рівнянь. Така структура забезпечує поетапне розширення складності завдань, сприяючи поступовому переходу від простого до складного. Це допомагає здобувачам відчувати впевненість у своїх знаннях, формує системне мислення та забезпечує міцну підготовку до розв'язання задач з параметрами різної складності.

Для оформлення посібника було вибрано шрифти, що поєднують легкість читання та сучасний стиль. Назви розділів виконані шрифтом Century Gothic розміром 22 пт., підрозділи – шрифтом Segoe UI розміром 16 пт., а основний текст використовує шрифти SchoolBook і Century Gothic розміром 13 і 12 пт. відповідно. Відтінки синіх кольорів допомагають створити привабливу і гармонійну візуальну структуру посібника. Якщо в темі, що розглядається, присутні такі факти і знання, які є необхідними для використання у даній темі, пропонується рубрика «Пригадайте» (рис. 2.6).

Приклади задач до тем виконано у стилі «покрокового розв'язання задачі» із використанням таблиць, де кожен крок задачі пояснюється окремо. Це надає можливість користувачам прослідкувати послідовне розв'язання задачі, що допомагає краще зрозуміти кожную складову розв'язання (рис. 2.6).

Кожна тема складається з основного тексту теоретичного матеріалу, що супроводжується прикладами для глибшого розуміння. Додатково до кожної частини матеріалу додаються «Матхвилинки» – інтерактивні та швидкі тести, що допомагають перевірити засвоєння теорії й розуміння прикладів практичних завдань (рис. 2.6). Вони в посібнику створені у форматі завдання з однією правильною відповіддю та завдання на встановлення відповідності (утворення «логічних пар»). Це забезпечує здобувачів можливістю відразу оцінити свої знання з кожної теми під час вивчення теми.

Колонтитули також були структуровані для зручності: на парних сторінках номер сторінки знаходиться ліворуч, а на непарних – праворуч. Верхній колонтитул містить назву розділу або підрозділу, що дозволяє користувачам швидко визначити, де вони знаходяться в посібнику (рис. 2.6).

РОЗДІЛ 3. КВАДРАТНІ РІВНЯННЯ І НЕРІВНОСТІ З ПАРАМЕТРАМИ

1 КВАДРАТНІ РІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ

ПРИГАДАЙТЕ

Квадратне рівняння – це рівняння виду $ax^2 + bx + c = 0$, де a, b, c – деякі числа, причому $a \neq 0$.
 $D = b^2 - 4ac$ – дискримінант

- 1 якщо $D > 0$, то $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$.
- 2 якщо $D = 0$, то $x = -\frac{b}{2a}$.
- 3 якщо $D < 0$, то $x \notin \mathbb{R}$.

Введення параметра в квадратні рівняння та нерівності робить їх більш гнучкими інструментами для дослідження різних математичних ситуацій. Вивчення таких рівнянь та нерівностей дозволяє нам зрозуміти, як змінюються їх розв'язки при зміні значення параметра, і використовувати цю інформацію для розв'язання задач з різними умовами.

1 Існування коренів рівняння залежно від параметра

У цьому пункті розглядатимуться квадратні рівняння з параметрами, завданням яких є визначення кількості коренів рівняння. Такі рівняння допомагають досліджувати поведінку коренів залежно від значень параметра, що дозволяє визначити області, в яких рівняння має два корені, один корінь або не має дійсних коренів. Для цього використовують дискримінант – ключовий показник, що визначає кількість розв'язків рівняння залежно від значення параметра.

- 1 Запишіть рівняння у стандартному вигляді: запишіть рівняння у форматі $ax^2 + bx + c = 0$, де a, b, c – деякі числа або параметри.
- 2 Розгляньте особливі випадки: розв'яжіть рівняння, якщо $a = 0$ (у випадку, коли a – відоме число, цей пункт пропускаємо);
- 3 Запишіть дискримінант рівняння: $D = b^2 - 4ac$.
- 4 Проаналізуйте значення дискримінанта: якщо $D > 0$, рівняння має два різних корені; якщо $D = 0$, рівняння має один корінь; якщо $D < 0$, рівняння не має дійсних коренів.
- 5 Визначте значення параметра: знайдіть значення параметра, розв'язавши відповідне рівняння або нерівність.

ПРИКЛАД 1. Знайдіть добуток усіх цілих значень a , за кожного з яких рівняння $x^2 - 2ax + 16 = 0$ має лише один корінь.

Визначимо умовно коефіцієнти рівняння	$a = 1; b = -2a; c = 16$
Запишемо дискримінант рівняння	$D = b^2 - 4ac = (-2a)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 16 = 4a^2 - 64$
Квадратне рівняння має лише один корінь, коли його дискримінант дорівнює 0. Отже, прирівняємо дискримінант до 0 і розв'яжемо отримане рівняння	$4a^2 - 64 = 0;$ $4a^2 = 64;$ $a^2 = 16;$ $a = \pm 4$
Отже, якщо $a = -4$ або $a = 4$, то рівняння матиме лише один корінь. Знайдемо добуток отриманих значень параметра	$-4 \cdot 4 = -16$

Відповідь: -16 .

МАТХВИЛІНКА Укажіть проміжок, якому належить значення a , за якого рівняння $x^2 - 6x - a + 4 = 0$ має лише один корінь. Перевірити

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -6)$	$[-6; -1)$	$[-1; 0)$	$[0; 1)$	$[1; +\infty)$

ПРИКЛАД 2. Знайдіть найбільше ціле значення a , за якого рівняння $x^2 - 8x + 2a = 0$ має два дійсних корені.

Визначимо умовно коефіцієнти рівняння	$a = 1; b = -8; c = 2a$
Запишемо дискримінант рівняння	$D = b^2 - 4ac = (-8)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2a = 64 - 8a$
Квадратне рівняння має два корені, коли його дискримінант більший за 0. Отже, складемо і розв'яжемо нерівність	$64 - 8a > 0;$ $-8a > -64;$ $a < 8$
Отже, якщо $a \in (-\infty; 8)$, то рівняння матиме два дійсних корені. Знайдемо найбільше ціле отриманих значень параметра	$a_{\max} = 7$

Відповідь: 7 .

Рис. 2.6. – Фрагмент сторінок посібника, що демонструє стиль оформлення основного змісту

Після викладення основного теоретичного матеріалу в кожному розділі надаються завдання для самоконтролю під заголовком «Перевірте свою компетентність». Ці завдання створюються у MS Word як макети для майбутніх інтерактивних вправ. Вони розроблені в різних форматах:

- завдання з кількома правильними відповідями;
- завдання з короткою числовою відповіддю;
- завдання на вибір правильної відповіді з переліку наведених.

Інтерактивні елементи, зокрема кнопки «Перевірити» для більшості завдань та «Скасувати» для завдань із розкритими списками, також мають продуманий дизайн для зручної взаємодії (рис. 2.7).

Квадратні рівняння з параметрами

ПРИКЛАД 4. Знайдіть *найбільше* значення a , за якого рівняння $ax^2 - (3a + 5)x + 2a + 1 = 0$ має лише один корінь.

Визначимо умовно коефіцієнти рівняння	$a = a; b = -(3a + 5); c = 2a + 1$
1 Розглянемо випадок, коли $a = 0$. Робимо висновок.	$0x^2 - (3 \cdot 0 + 5)x + 2 \cdot 0 + 1 = 0;$ $-5x + 1 = 0;$ $x = \frac{1}{5}$
2 Розглянемо випадок, коли $a \neq 0$. Знайдемо дискримінант і порівняємо його до 0, оскільки рівняння повинно мати лише один корінь	$D = b^2 - 4ac =$ $= (3a + 5)^2 - 4 \cdot a \cdot (2a + 1) =$ $= 9a^2 + 30a + 25 - 8a^2 - 4a =$ $= a^2 + 26a + 25$
Отже, якщо $a = -25, a = -1$ і $a = 0$, то рівняння матиме один корінь. Визначимо найбільше значення параметра	$a^2 + 26a + 25 = 0;$ $a_1 = -25; a_2 = -1$ $a_{\max} = 0$

Відповідь: 0. ◀

МАТХВИЛІНКА Задано рівняння $ax^2 - 4x + a + 3 = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між кількістю дійсних коренів рівняння (1–3) та значенням a (A – D).

Кількість коренів	Значення a
1 лише один	A $(-\infty; -4) \cup (1; +\infty)$
2 лише два	B $(-4; 0) \cup (0; 1)$
3 жодного	B $\{-4; 0; 1\}$
	Г $(-4; 1)$
	Д $\{-4; 1\}$

А Б В Г Д

1 2 3

ПЕРЕВІРТЕ СВОЮ КОМПЕТЕНТНІСТЬ

1 Укажіть квадратні рівняння з параметром a . Перевірити

$x^2 = ax;$
 $ax^2 + 4x = 8a;$
 $\frac{x^2 - a}{x + 2} = 0;$

$a^2x + ax - 4 = 0;$
 $x^2 + ax - 2a^2 = 0;$
 $(x - 2)a^2 + 4x - 8 = 0.$

Розділ 3. Квадратні рівняння і нерівності з параметрами

2 Розв'яжіть рівняння $x^2 = a$, якщо $a = 9$.
Відповідь: Перевірити Скасувати

3 Розв'яжіть рівняння $ax^2 - 4x = 0$, якщо $a = 2$.
Відповідь: Перевірити Скасувати

4 Розв'яжіть рівняння $x^2 - ax + 4 = 0$, якщо $a = 3$.
Відповідь: Перевірити Скасувати

5 Розв'яжіть рівняння $ax^2 - ax - 2 = 0$, якщо $a = 0$.
Відповідь: Перевірити Скасувати

6 Знайдіть *найменше* ціле значення a , за якого рівняння $x^2 = 3a - 6$ має дійсні корені.
Відповідь: Перевірити

7 Знайдіть *найбільше* ціле значення a , за якого рівняння $x^2 = 4a + 12$ не має дійсних коренів.
Відповідь: Перевірити

8 Знайдіть значення a , за якого рівняння $x^2 - 6x + a = 0$ має лише один корінь.
Відповідь: Перевірити

9 Знайдіть значення a , за якого рівняння $x^2 + 4x + a - 1 = 0$ має лише один корінь.
Відповідь: Перевірити

10 Знайдіть *найбільше* ціле значення a , за якого має два дійсних корені рівняння $x^2 - 2x + a + 7 = 0$.
Відповідь: Перевірити

Рис. 2.7. – Фрагмент сторінок посібника, що містить розділ «Перевірте свою компетентність» із макетами до створення інтерактивних елементів

Усі завдання з блоку «Перевірте свою компетентність» стосуються теми, що розглядаються, та є альтернативними до тих, що надано в посібнику в якості прикладів.

Завдання диференційовані за рівнями навчальних досягнень здобувачів і мають умові позначення, які наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Позначення й обґрунтування позначок до номерів завдань

Умовне позначення	Рівень складності	Опис
	початковий	Завдання для базового рівня знань, вони допомагають опанувати основні навички.
	середній	Завдання середньої складності для здобувачів, що володіють базовими знаннями.
	достатній	Завдання для здобувачів із впевненими знаннями, що вимагають глибшого розуміння.
	високий	Завдання підвищеної складності для поглибленого розуміння теми.

У кінці кожного розділу посібника міститься самостійна робота, що складається з тестових завдань із однією правильною відповіддю, на встановлення відповідностей, а також завдань із короткими відповідями. Наприкінці самостійної роботи розміщені макети до інтерактивних кнопок «Завершити» та «Скасувати». Вони забезпечують зручність у використанні під час самостійної перевірки здобувачами своїх знань (рис. 2.8).

Зазначимо, що більшість завдань є оригінальними, розробленими спеціально для поглиблення розуміння матеріалу та тренування навичок розв'язування задач з параметрами. Завдання враховують сучасні вимоги до шкільної програми та рівень підготовки здобувачів, поступово підводячи їх від базових до складніших понять. Крім того, кожна задача має індивідуальний підхід, що дозволяє здобувачам розвивати аналітичне мислення та критично оцінювати отримані результати. Такий підхід сприяє формуванню впевненості у своїх знаннях і підготовці до майбутніх іспитів.

Квадратні рівняння з параметрами

САМОСТІЙНА РОБОТА №17

Завдання 1–4 мають по п'ять варіантів відповіді, з яких лише **ОДИН ПРАВИЛЬНИЙ**. Виберіть правильний варіант відповіді й позначте його.

1 Розв'яжіть рівняння $x^2 + ax + a^2 - 4 = 0$, якщо $a = 2$.

А	Б	В	Г	Д
-2; 0	4	-2	0; 2	0

2 Знайдіть значення a , за якого рівняння $x^2 - 2x + a + 8 = 0$ має лише один дійсний корінь.

А	Б	В	Г	Д
6	24	-7	-8	-6

3 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких рівняння $x^2 = 16 - 2a$ має два дійсних корені.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -8)$	$(8; +\infty)$	$(0; +\infty)$	$(-\infty; 8)$	$(-8; +\infty)$

4 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких рівняння $x^2 + 2ax + 9 = 0$ не має дійсних коренів.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; 3)$	$(-3; 3)$	$\{3\}$	$(-\infty; -3) \cup (3; +\infty)$	$(3; +\infty)$

Розділ 3. Квадратні рівняння і нерівності з параметрами

У завданні 5 до кожного з трьох рядків інформації, позначених цифрами, доберіть один правильний, на Вашу думку, варіант, позначений буквою.

5 Задано рівняння $ax^2 + 4ax - 8 = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між умовою (1–3) та значенням a (А – Д), за якого ця умова виконується.

Умова	Значення a
1 рівняння не є квадратним	А 0
2 рівняння є зведеним квадратним рівнянням	Б 2
3 рівняння має лише один корінь	В 1
	Г -2
	Д -2; 0

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					

Розв'яжіть завдання 6–7. Одержані числові відповіді запишіть у спеціально відведеному місці. Відповідь запишіть лише десятковим дробом, урахувавши положення коми. Знак «мінус» запишіть перед першою цифрою числа.

6 Знайдіть кількість усіх цілих значень a з проміжку $[-9; 9]$, за кожного з яких рівняння $x^2 - (a + 4)x + 3a + 7 = 0$ має два дійсних корені.

Відповідь:

7 Знайдіть суму всіх цілих значень a , за кожного з яких рівняння $x(x - 1)(a - 4) = 3$ не має дійсних коренів.

Відповідь:

ЗАВЕРШИТИ
СКАСУВАТИ

Рис. 2.8. – Фрагмент сторінок посібника з розділом «Самостійна робота»

Таким чином, розробка структури електронного посібника є невід’ємним кроком у створенні ефективного інструменту для навчання математики. Чітка організація змісту, послідовний виклад матеріалу та інтерактивні елементи сприяють активному засвоєнню знань. Використання різних рівнів складності завдань дозволяє адаптувати навчання до індивідуальних потреб кожного здобувача, починаючи з початкового рівня і поступово підвищуючи його до більш складних задач. Уніфікований стиль оформлення забезпечує зручність і візуальну привабливість, а наявність інтерактивних елементів спонукає здобувачів до самостійного виконання завдань та самоконтролю. Такий підхід не тільки полегшує вивчення складних тем, але й мотивує здобувачів до саморозвитку та самостійного аналізу своїх знань.

2.3. Програмна реалізація інтерактивних елементів посібника

Після створення основних макетів для інтерактивних елементів наступний етап полягає у їхньому програмуванні, що дозволяє забезпечити зворотний зв'язок між користувачем і посібником. У цьому випадку інструмент «Підготовка форми» в Adobe Acrobat Pro був використаний для створення кнопок і текстових полів, які користувач може використовувати для взаємодії з матеріалом.

Для реалізації тестового завдання з одним правильним варіантом серед п'яти можливих відповідей було створено п'ять кнопок для кожної з відповідей. Користувач може обрати одну з них, натискаючи на відповідну кнопку, після чого обране поле змінює свій колір на жовтий (рис. 2.9).

МАТХВИЛІНКА Укажіть проміжок, якому належить значення a , за якого одним із коренів рівняння $x^2 - 5x + 3a = 0$ є число 2. Перевірити

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -3)$	$[-3; -1)$	$[-1; 1)$	$[1; 3)$	$[3; +\infty)$

Рис. 2.9. – Зразок обрання відповіді користувачем

Наведемо програмну реалізацію такої взаємодії із використанням сценарію JavaScript:

```
var buttonA = this.getField("Button_A_138");
var buttonB = this.getField("Button_B_138");
var buttonC = this.getField("Button_B_138");
var buttonD = this.getField("Button_Г_138");
var buttonE = this.getField("Button_Д_138");

if (buttonB.buttonGetCaption() === "") {
    buttonB.fillColor = color.yellow;
    buttonB.buttonSetCaption("Б");

    buttonA.fillColor = color.transparent;
    buttonC.fillColor = color.transparent;
    buttonD.fillColor = color.transparent;
    buttonE.fillColor = color.transparent;
```

```

        buttonA.buttonSetCaption("");
        buttonC.buttonSetCaption("");
        buttonD.buttonSetCaption("");
        buttonE.buttonSetCaption("");
    }
    else {
        buttonB.fillColor = color.transparent;
        buttonB.buttonSetCaption("");
    }
}

```

Цей код дозволяє користувачеві вибрати одну з кнопок для відповіді. Якщо користувач вибирає іншу кнопку, всі інші варіанти прибираються. Це створює інтуїтивну та зручну взаємодію, коли натискання на варіант відповіді одразу відображається, а повторне натискання на ту ж кнопку може прибрати виділення.

Окрім того, додано окрему кнопку «Перевірити» з метою перевірки обраної відповіді. При натисканні цієї кнопки, програма виконує перевірку правильності вибраного варіанту і, залежно від результату, видає повідомлення про правильність або неправильність відповіді у вигляді зміни кольорів: червона позначка символізує неправильно обрану відповідь, а зелена – правильно обрану відповідь (рис. 2.10). Це дозволяє користувачу отримати миттєвий результат, що сприяє ефективнішому засвоєнню матеріалу.

МАТХВИЛИНКА Укажіть проміжок, якому належить значення a , за якого одним із коренів рівняння $x^2 - 5x + 3a = 0$ є число 2. Перевірити

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -3)$	$[-3; -1)$	$[-1; 1)$	$[1; 3)$	$[3; +\infty)$

Рис. 2.10. – Зразок перевірки обраної користувачем відповіді

Приклад реалізації перевірки правильності обраного варіанта відповіді для наведеного на рис. 2.10 зразка:

```

var buttonA = this.getField("Button_A_138");
var buttonB = this.getField("Button_E_138");
var buttonC = this.getField("Button_B_138");
var buttonD = this.getField("Button_Г_138");
var buttonE = this.getField("Button_Д_138");

if (buttonA.buttonGetCaption() === "A") {
    buttonA.fillColor = color.red;
    buttonD.fillColor = color.green;
    buttonD.buttonSetCaption("Г");
}

if (buttonB.buttonGetCaption() === "Б") {
    buttonB.fillColor = color.red;
    buttonD.fillColor = color.green;
    buttonD.buttonSetCaption("Г");
}

if (buttonC.buttonGetCaption() === "В") {
    buttonC.fillColor = color.red;
    buttonD.fillColor = color.green;
    buttonD.buttonSetCaption("Г");
}

if (buttonD.buttonGetCaption() === "Г") {
    buttonD.fillColor = color.green;
}

if (buttonE.buttonGetCaption() === "Д") {
    buttonE.fillColor = color.red;
    buttonD.fillColor = color.green;
    buttonD.buttonSetCaption("Г");
}

```

Для завдань на встановлення відповідностей у посібнику надається таблиця з двома стовпчиками, де один стовпчик містить елементи, позначені цифрами (від 1 до 3 або від 1 до 4 залежно від завдання), а інший – елементи, позначені буквами (від А до Д). Завдання полягає у встановленні відповідності між елементами обох стовпчиків, утворюючи так звані «логічні пари». Користувач повинен уважно проаналізувати інформацію в обох стовпчиках і вирішити, які з елементів (позначені цифрами) відповідають елементам, позначеним буквами, та позначити свій вибір у спеціальній таблиці відповідей. У таблиці для відповіді користувач робить позначки на перетинах відповідних рядків і колонок, де кожен рядок відповідає певному числовому елементу, а кожна колонка – певному буквеному елементу (рис. 2.11). Ці позначки в таблиці відповідей змінюють свій колір на жовтий.

МАТХВИЛІНКА Задано рівняння $ax^2 - 4x + a + 3 = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між кількістю дійсних коренів рівняння (1–3) та значенням a (А – Д).

Перевірити

Кількість коренів	Значення a
1 лише один	А $(-\infty; -4) \cup (1; +\infty)$
2 лише два	Б $(-4; 0) \cup (0; 1)$
3 жодного	В $\{-4; 0; 1\}$
	Г $(-4; 1)$
	Д $\{-4; 1\}$

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					

Рис. 2.11. – Зразок обрання відповідей користувачем у таблиці

Завдання вважається виконаним правильно, якщо всі логічні пари утворені правильно, тобто вибрані правильні комбінації цифр та букв для кожної відповідності після натискання кнопки «Перевірити». Після перевірки правильно вибрані відповіді змінюють свої позначки на зелені, а неправильні – на червоні (рис. 2.12). Такий формат завдань не лише перевіряє знання здобувача, а й розвиває вміння знаходити та формулювати логічні зв'язки між різними елементами інформації, що сприяє розвитку аналітичного мислення та точності у виконанні завдань.

МАТХВИЛІНКА Задано рівняння $ax^2 - 4x + a + 3 = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між кількістю дійсних коренів рівняння (1–3) та значенням a (А – Д).

Перевірити

Кількість коренів	Значення a
1 лише один	А $(-\infty; -4) \cup (1; +\infty)$
2 лише два	Б $(-4; 0) \cup (0; 1)$
3 жодного	В $\{-4; 0; 1\}$
	Г $(-4; 1)$
	Д $\{-4; 1\}$

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					

Рис. 2.12. – Зразок перевірки обраних користувачем відповідей у завданні на встановлення відповідностей

Програмне рішення такої взаємодії аналогічна програмній реалізації завдань із вибором однієї правильної відповіді.

Завдання на вибір кількох варіантів відповідей передбачає наявність умови та кількох варіантів відповіді, кожен з яких розташований поруч із квадратом жовтого кольору (рис. 2.13).

1 Укажіть квадратні рівняння з параметром a .

Перевірити

☐ $x^2 = ax$;

☐ $a^2x + ax - 4 = 0$;

☐ $ax^2 + 4x = 8a$;

☐ $x^2 + ax - 2a^2 = 0$;

☐ $\frac{x^2 - a}{x + 2} = 0$;

☐ $(x - 2)a^2 + 4x - 8 = 0$.

Рис. 2.13. – Приклад завдання на вибір кількох варіантів відповіді

Користувачеві потрібно уважно прочитати умову завдання, проаналізувати всі запропоновані варіанти відповідей та вибрати ті, які він вважає правильними. Обрання варіанту здійснюється натисканням на жовтий квадрат поруч із відповіддю, після чого всередині квадрата з'являється символ «✓», що позначає вибір користувача (рис. 2.14).

1 Укажіть квадратні рівняння з параметром a .

Перевірити

☒ $x^2 = ax$;

☒ $a^2x + ax - 4 = 0$;

☒ $ax^2 + 4x = 8a$;

☐ $x^2 + ax - 2a^2 = 0$;

☐ $\frac{x^2 - a}{x + 2} = 0$;

☐ $(x - 2)a^2 + 4x - 8 = 0$.

Рис. 2.14. – Зразок обрання відповідей користувачем

Для створення можливості робити позначки у квадратах запропоновано таке програмне рішення:

```
var flag1 = this.getField("flag_81");
if (flag1.buttonGetCaption() === "✓") {
```

```

        flag1.buttonSetCaption("");
        flag1.fillColor = color.yellow;
    }
    else {
        flag1.buttonSetCaption("✓");
        flag1.fillColor = color.yellow;
    }
}

```

Після того як користувач завершив вибір і натиснув кнопку «Перевірити», відбувається оцінювання відповідей. Квадрати біля правильних варіантів відповідей змінюють свій колір на зелений, а біля неправильних – на червоний з позначкою «X». Ті квадрати, що користувач не обрав як правильні, змінюють свій колір на червоний з позначкою «✓» (рис. 2.15). Такий підхід дозволяє користувачеві миттєво побачити результати свого вибору і наочно зрозуміти, які відповіді були обрані правильно, а які ні. Завдання цього типу сприяють розвитку уваги, допомагають засвоювати матеріал та оцінювати власні знання, дозволяючи користувачам глибше засвоїти тему через активну взаємодію з матеріалом.

1 Укажіть квадратні рівняння з параметром a .

Перевірити

☒ $x^2 = ax$;

☒ $a^2x + ax - 4 = 0$;

☒ $ax^2 + 4x = 8a$;

☒ $x^2 + ax - 2a^2 = 0$;

☐ $\frac{x^2 - a}{x + 2} = 0$;

☐ $(x - 2)a^2 + 4x - 8 = 0$.

Рис. 2.15. – Зразок перевірки обраних користувачем відповідей у завданні з вибором кількох варіантів відповіді

Наведемо програмну реалізацію перевірки правильності обраних відповідей при натисканні кнопки «Перевірити» для прикладу, наведеного на рис. 2.15:

```

var flag1 = this.getField("flag_81");
var flag2 = this.getField("flag_82");
var flag3 = this.getField("flag_83");
var flag4 = this.getField("flag_84");

```

```

var flag5 = this.getField("flag_85");
var flag6 = this.getField("flag_86");

if(flag1.buttonGetCaption() === "√"){
    flag1.fillColor = color.green;
    flag1.buttonSetCaption("√");
}

else{
    flag1.fillColor = color.red;
    flag1.buttonSetCaption("√");
}

if(flag2.buttonGetCaption() === "√"){
    flag2.fillColor = color.green;
    flag2.buttonSetCaption("√");
}

else{
    flag2.fillColor = color.red;
    flag2.buttonSetCaption("√");
}

if(flag3.buttonGetCaption() === "√"){
    flag3.fillColor = color.red;
    flag3.buttonSetCaption("X");
}

if(flag4.buttonGetCaption() === "√"){
    flag4.fillColor = color.red;
    flag4.buttonSetCaption("X");
}

if(flag5.buttonGetCaption() === "√"){
    flag5.fillColor = color.green;
    flag5.buttonSetCaption("√");
}

else{
    flag5.fillColor = color.red;
    flag5.buttonSetCaption("√");
}

if(flag6.buttonGetCaption() === "√"){
    flag6.fillColor = color.red;
    flag6.buttonSetCaption("X");
}

```

Розглянемо наступний формат завдання в посібнику. **Завдання на вибір варіанту відповіді з переліку** передбачає, що користувач обирає один правильний варіант із кількох запропонованих, які надаються у форматі

переліку. Для цього біля кожного завдання розташовані інтерактивні елементи, за допомогою яких користувач може зробити свій вибір (рис. 2.16).

- 5 Розв'яжіть рівняння $ax^2 - ax - 2 = 0$, якщо $a = 0$.

Відповідь:

Оберіть відповідь
Оберіть відповідь
-2
2
0
коренів немає

Перевірити Скасувати

Рис. 2.16. – Приклад завдання на вибір відповіді з переліку

Після вибору правильного варіанту користувач натискає кнопку перевірки, і система одразу визначає, чи правильна відповідь була обрана. Якщо відповідь правильна, поле відповіді змінює колір на зелений, що сигналізує про успішне виконання завдання (рис. 2.17). Якщо відповідь неправильна, то вона стає червоною, указуючи на помилку. Крім того, завдання має додаткову функцію – можливість скасування вибору. Якщо користувач хоче змінити відповідь, він може натиснути кнопку «Скасувати», після чого його вибір буде знято, і він зможе вибрати інший варіант. Такий формат завдання надає користувачеві зручність і гнучкість у виконанні, дозволяючи не лише здійснити вибір, а й при потребі змінити його до перевірки.

- 5 Розв'яжіть рівняння $ax^2 - ax - 2 = 0$, якщо $a = 0$.

Відповідь:

коренів немає

Перевірити Скасувати

Рис. 2.17. – Зразок перевірки обраної відповіді користувачем

Програмна реалізація кнопки «Перевірити» для зміни кольору розкривного списку відповідно до завдання, наведеного на рис. 2.17:


```

var dropdown = this.getField("Dropdown88");

var buttonAction = function() {
    dropdown.readonly = true;
    if (dropdown.value === "коренів немає") {
        dropdown.fillColor = color.green;
    } else {
        dropdown.fillColor = color.red;
    }
};

buttonAction();

```

Програмне рішення кнопки «Скасувати» для скасування обраних позначок у розкритому списку відповідно до завдання, наведеного на рис. 2.17:

```

var dropdown = this.getField("Dropdown88");

dropdown.fillColor = color.transparent;

dropdown.value = "Оберіть відповідь";

dropdown.readonly = false;

```

Останнім форматом завдань у посібнику є **завдання з короткою числовою відповіддю**, що потребує введення конкретного числа, яке може бути цілим або десятковим дробом, у спеціально призначене текстове поле. Це поле має кольорове оформлення для більшої помітності, щоб користувач одразу розумів, куди вводити відповідь (рис. 2.18).

- 23** Знайдіть усі значення a , за кожного з яких корені x_1 і x_2 рівняння $x^2 - ax + 6 = 0$ задовольняють умову $2x_1 - x_2 = 1$. Якщо таке значення a одне, запишіть його у відповідь. Якщо таких значень a кілька, то у відповідь запишіть *найменше* з них.

Відповідь:

Перевірити

Рис. 2.18. – Приклад завдання на введення числової відповіді

Після введення числового значення користувач може натиснути на кнопку «Перевірити», що автоматично проаналізує введене число. У разі правильної відповіді текстове поле змінить колір на зелений, сигналізуючи про успішне виконання завдання. Якщо відповідь неправильна, поле зміниться на червоне, що свідчить про наявність помилки. Додатковою зручністю є підтримка формату чисел з десятковими знаками, дозволяючи користувачеві використовувати як кому, так і крапку для виділення дробової частини числа (рис. 2.19). Це робить завдання гнучким і зручним для виконання, оскільки враховує різні варіанти введення чисел, що полегшує роботу для користувачів з різними варіантами запису дробових чисел.

- 23** Знайдіть усі значення a , за кожного з яких корені x_1 і x_2 рівняння $x^2 - ax + 6 = 0$ задовольняють умову $2x_1 - x_2 = 1$. Якщо таке значення a одне, запишіть його у відповідь. Якщо таких значень a кілька, то у відповідь запишіть *найменше* з них.

Відповідь:

Перевірити

- 23** Знайдіть усі значення a , за кожного з яких корені x_1 і x_2 рівняння $x^2 - ax + 6 = 0$ задовольняють умову $2x_1 - x_2 = 1$. Якщо таке значення a одне, запишіть його у відповідь. Якщо таких значень a кілька, то у відповідь запишіть *найменше* з них.

Відповідь:

Перевірити

Рис. 2.19. – Зразок варіативності перевірки введеної відповіді користувачем

Програмна реалізація кнопки «Перевірити» для завдання, наведеного на рис. 2.19:

```
var field = this.getField("Text_field382");

field.calculate = function() {
    this.readonly = true;
    var value = parseFloat(this.valueAsString.replace(',', ' '));
    if (value === -5.5) {
        this.fillColor = color.green;
    }
}
```

```

    } else {
        this.fillColor = color.red;
    }
}

field.calculate();

```

Самостійні роботи посібника мають на меті закріплення знань і забезпечують комплексну перевірку теоретичних та практичних навичок здобувачів. Розглянемо приклад самостійної роботи №18 (рис. 2.20). Ця робота складається із чотирьох тестових завдань, кожне з яких передбачає вибір лише однієї правильної відповіді, одного завдання на встановлення відповідності, де користувач повинен утворити логічні пари, та двох завдань з короткою числовою відповіддю, де слід ввести відповідь у спеціальне поле. Усі ці інтерактивні завдання функціонують у відповідності з принципами, описаними в реалізаціях завдань з однією правильною відповіддю, на встановлення відповідності та з короткою числовою відповіддю.

Розділ 3. Квадратні рівняння і нерівності з параметрами

САМОСТІЙНА РОБОТА №18

Завдання 1–4 мають по п'ять варіантів відповіді, з яких лише ОДИН ПРАВИЛЬНИЙ. Виберіть правильний варіант відповіді й позначте його.

- 1 Знайдіть найбільше значення a , за якого число 3 є одним із коренів рівняння $x^2 - ax + a^2 - 13 = 0$.

А	Б	В	Г	Д
-1	-4	4	3	1

- 2 Знайдіть корені рівняння $x^2 - (a-2)x - 2a = 0$, якщо $a \neq -2$.

А	Б	В	Г	Д
$x = a$; $x = -2$	$x = a$; $x = 0$	$x = a + 2$; $x = -2$	$x = -a$; $x = 2$	$x = a - 2$; $x = 2$

- 3 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких обидва корені рівняння $2x^2 - (2a+7)x + a + 3 = 0$ є додатними.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -3)$	$(3; +\infty)$	$(0; +\infty)$	$(-\infty; 3)$	$(-3; +\infty)$

- 4 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $x^2 - (2a-2)x - 4a = 0$ належить проміжку $(-3; 0)$, а другий – проміжку $(2; 4)$.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; 1)$	$(1; 2)$	$(4; 8)$	$(-1,5; 0)$	$(2; +\infty)$

Квадратні рівняння з параметрами

У завданні 5 до кожного з трьох рядків інформації, позначених цифрами, доберіть один правильний, на Вашу думку, варіант, позначений буквою.

- 5 Задано рівняння $x^2 - 2x - a^2 + 2a = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між умовою для коренів рівняння (1–3) та значенням a (А – Д), за якого ця умова виконується.

Умова для коренів рівняння

Значення a

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 обидва корені менші від 3 | А $(-\infty; -1) \cup (3; +\infty)$ |
| 2 один із коренів більший за 2, а другий менший від -1 | Б $(-1; 3)$ |
| 3 обидва корені рівняння належать проміжку $(-1; 2)$ | В $(-\infty; -1)$ |
| | Г $(0; 2)$ |
| | Д $(-\infty; 1)$ |

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					

Розв'яжіть завдання 6–7. Одержані числові відповіді запишіть у спеціально відведеному місці. Відповідь запишіть лише десятковим дробом, урахувавши положення коми. Знак «мінус» запишіть перед першою цифрою числа.

- 6 Знайдіть кількість усіх цілих значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $x^2 - 3ax + 2a^2 + 4a - 16 = 0$ є додатним, а другий – від'ємним.

Відповідь:

- 7 Знайдіть суму найбільшого і найменшого значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $a(x-a)^2 - 4(x-2a) - a^3$ належить проміжку $(-2; 2)$, а другий – проміжку $[4; 8]$.

Відповідь:

ЗАВЕРШИТИ

СКАСУВАТИ

Рис. 2.20. – Приклад самостійної роботи з інтерактивними елементами

Додатково самостійна робота забезпечена кнопками «Завершити» та «Скасувати», що розширюють можливості управління процесом виконання завдань. Якщо користувач натискає кнопку «Скасувати», усі виставлені ним відповіді видаляються, і завдання повертаються у початковий стан, що дозволяє розпочати роботу заново. У разі натискання кнопки «Завершити» відбувається фіксація всіх виставлених відповідей: вони передаються на перевірку, і можливість внесення змін блокується (рис. 2.21). Після завершення перевірки кнопка «Скасувати» стає недоступною, оскільки робота вважається завершеною і не підлягає подальшому редагуванню.

Розділ 3. Квадратні рівняння і нерівності з параметрами

САМОСТІЙНА РОБОТА №18

Завдання 1–4 мають по п'ять варіантів відповіді, з яких лише ОДИН ПРАВИЛЬНИЙ. Виберіть правильний варіант відповіді й позначте його.

- 1 Знайдіть найбільше значення a , за якого число 3 є одним із коренів рівняння $x^2 - ax + a^2 - 13 = 0$.

А	Б	В	Г	Д
-1	-4	4	3	1

- 2 Знайдіть корені рівняння $x^2 - (a - 2)x - 2a = 0$, якщо $a \neq -2$.

А	Б	В	Г	Д
$x = a; x = -2$	$x = a; x = 0$	$x = a + 2; x = -2$	$x = -a; x = 2$	$x = a - 2; x = 2$

- 3 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких обидва корені рівняння $2x^2 - (2a + 7)x + a + 3 = 0$ є додатними.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; -3)$	$(3; +\infty)$	$(0; +\infty)$	$(-\infty; 3)$	$(-3; +\infty)$

- 4 Знайдіть множину всіх значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $x^2 - (2a - 2)x - 4a = 0$ належить проміжку $(-3; 0)$, а другий – проміжку $(2; 4)$.

А	Б	В	Г	Д
$(-\infty; 1)$	$(1; 2)$	$(4; 8)$	$(-1; 5; 0)$	$(2; +\infty)$

Квадратні рівняння з параметрами

У завданні 5 до кожного з трьох рядків інформації, позначених цифрами, доберіть один правильний, на Вашу думку, варіант, позначений буквою.

- 5 Задано рівняння $x^2 - 2x - a^2 + 2a = 0$, де x – змінна, a – стала. Установіть відповідність між умовою для коренів рівняння (1–3) та значенням a (А – Д), за якого ця умова виконується.

Умова для коренів рівняння

Значення a

- | | |
|--|-------------------------------------|
| 1 обидва корені менші від 3 | А $(-\infty; -1) \cup (3; +\infty)$ |
| 2 один із коренів більший за 2, а другий менший від -1 | Б $(-1; 3)$ |
| 3 обидва корені рівняння належать проміжку $(-1; 2)$ | В $(-\infty; -1)$ |
| | Г $(0; 2)$ |
| | Д $(-\infty; 1)$ |

	А	Б	В	Г	Д
1	☒	☒	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐

Розв'яжіть завдання 6–7. Одержані числові відповіді запишіть у спеціально відведеному місці. Відповідь запишіть лише десятковим дробом, урахувавши положення коми. Знак «мінус» запишіть перед першою цифрою числа.

- 6 Знайдіть кількість усіх цілих значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $x^2 - 3ax + 2a^2 + 4a - 16 = 0$ є додатним, а другий – від'ємним.

Відповідь:

- 7 Знайдіть суму найбільшого і найменшого значень a , за кожного з яких один із коренів рівняння $a(x - a)^2 - 4(x - 2a) = a^3$ належить проміжку $(-2; 2)$, а другий – проміжку $[4; 8]$.

Відповідь:

ЗАВЕРШИТИ

СКАСУВАТИ

Рис. 2.21. – Результат натискання кнопки «Завершити» самостійної роботи

Програмна реалізація кнопки «Скасувати», яка забезпечує повернення всіх завдань у початковий стан, детально описана в додатку А. Водночас алгоритм роботи кнопки «Завершити», яка фіксує всі відповіді та блокує можливість їх змінення після завершення тестування, наведений у додатку Б.

2.4. Перевірка ефективності результатів дослідження

Ефективність результатів дослідження проводилася на базі кількох закладів середньої освіти (Харківський ліцей № 82, Харківський ліцей № 131, Харківський ліцей № 154), де загальна кількість здобувачів 9-х класів, які взяли участь у випробуванні, склала 66 осіб. Вибірка забезпечила різноманітний рівень математичної підготовки здобувачів освіти, що дозволило об'єктивно оцінити ефективність посібника для різних рівнів знань та навичок.

У Харківському ліцеї № 82 було проведено урок за темою «Квадратні рівняння», під час якого було проведено демонстрацію посібника та залучено учнів до виконання завдань на повторення та спільного обговорення незрозумілих питань.

Відгуки учнів і вчителів підкреслюють практичну користь інтерактивного електронного посібника в навчанні теми «Завдання з параметрами». Зокрема, вчителі математики Харківського ліцею № 154 зазначили, що на уроках алгебри в 9 класі використовували приклади з розділу про раціональні рівняння та метод інтервалів, а також завдання на лінійні нерівності. Посібник допоміг структурувати самостійні роботи і спеціальні завдання, що полегшило учням засвоювати нові теми і підготувати їх до більш складних задач. Учителі математики Харківського ліцею № 131 відзначили гнучкість використання посібника під час проведення занять та на факультативах. Це дозволяє глибше занурити учнів у тему розв'язування рівнянь і нерівностей з параметрами. Учням сподобалася можливість перевірити свої відповіді й виправити помилки, а також доступність теоретичного матеріалу та його поступове ускладнення.

За результатами впровадження результатів дослідження було відзначено високий інтерес здобувачів освіти до посібника. Інтерактивні завдання викликали позитивний відгук завдяки зручності перевірки відповідей та можливості контролювати власний навчальний прогрес. Здобувачі показали

зацікавленість у вирішенні задач з параметрами, що є однією з найскладніших тем шкільного курсу математики. Це відбувалося завдяки зрозумілому поданню матеріалу та доступній формі пояснення задач.

Для перевірки результатів впровадження дослідження нами було використано *мотиваційний* (легкість сприйняття інформації, зацікавленість до виконання) та *когнітивний критерій* (відповідність побудови «від простого до складного», наявність різнорівневих інтерактивних завдань).

Учні відзначили, що матеріал подається в цікавій та зрозумілій формі, із використанням яскравих елементів, що привертають увагу і викликають бажання продовжувати навчання. Завдяки простоті викладу та доступній мові інформація легко сприймається, а різноманітність завдань утримує інтерес, запобігаючи одноманітності освітнього процесу. Наявність інтерактивних елементів, таких як завдання різного формату з миттєвим зворотним зв'язком, робить навчання більш захопливим і сучасним. Важливою складовою є відчуття задоволення від виконаних завдань, яке сприяє формуванню позитивної мотивації та підвищує активність учнів.

Крім того, учні оцінили логічну послідовність і чітку структуру подання матеріалу, що дозволяє поступово переходити від простих понять до складніших тем. Завдяки цьому, матеріал краще засвоюється, а вивчення кожної теми окремо сприяє систематизації знань. Інтерактивні елементи, зокрема візуалізація і завдання різного рівня складності, полегшують розуміння непростих математичних компонентів, відповідно завдання з параметром. Також ці складові сприяють розвитку аналітичного мислення, допомагають здобувачам глибше аналізувати інформацію та закріплювати вивчений матеріал, що є важливим для успішного навчання математики.

Для оцінки ефективності інтерактивного електронного посібника було проаналізовано результати роботи здобувачів, які використовували посібник під час занять із розв'язування задач з параметрами. Отримані дані дозволили оцінити його практичну користь.

Результати використання розробленого інтерактивного електронного посібника на заняттях математики з учнями 9 класу представлено у вигляді оцінок за 12-бальною шкалою, які наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. – Результати здобувачів на уроці

Оцінка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кількість здобувачів	0	0	0	1	2	4	5	11	10	13	12	8

Для наочного представлення результатів педагогічного експерименту подамо їх у вигляді гістограми (рис. 2.22).

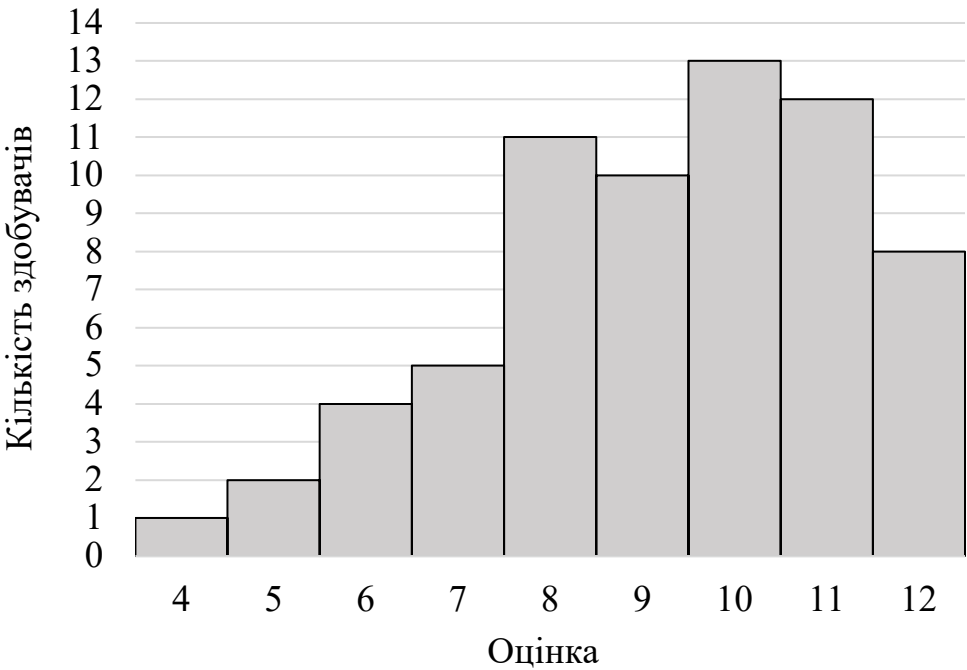


Рис. 2.22. – Гістограма результатів дослідження

Одним із показчиків, який надає додаткову інформацію про успішність засвоєння матеріалу, є середнє значення оцінок, що дозволяє оцінити загальну тенденцію успішності здобувачів та зробити висновки про загальний рівень засвоєння матеріалу.

Для обчислення середнього значення $\bar{x}$ скористаємося формулою зваженого середнього арифметичного:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}, \quad (1)$$

де x_i – оцінки здобувачів, а f_i – кількість здобувачів, які отримали цю оцінку.

Підставимо значення таблиці 2.2 у формулу (1):

$$\bar{x} = \frac{4 \cdot 1 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 4 + 7 \cdot 5 + 8 \cdot 11 + 9 \cdot 10 + 10 \cdot 13 + 11 \cdot 12 + 12 \cdot 8}{66} \approx 9,23.$$

Середнє значення оцінок приблизно становить 9,23. Це свідчить про те, що загальний рівень знань здобувачів, які використовували електронний посібник для виконання завдань з параметрами, є досить високим. Більшість здобувачів отримали оцінки від 8 до 12, що підтверджує добре засвоєння матеріалу та ефективність використання електронного посібника. Середнє значення вказує на те, що здобувачі впоралися із завданнями на рівні, близькому до високого, і показали достатньо добрі результати в розумінні та розв’язуванні завдань з параметрами.

Отже, впровадження розробленого інтерактивного електронного посібника підтвердила його ефективність в освітньому процесі. Переважна кількість здобувачів отримала високі оцінки (8-12 балів), що свідчить про високу результативність використання матеріалів посібника для вивчення та закріплення теми. Посібник сприяє підвищенню мотивації здобувачів до вивчення математики та розвитку їхніх когнітивних здібностей, що дозволяє покращити розуміння теми і підвищити загальний рівень математичної підготовки.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто методичні особливості створення інтерактивного електронного посібника з математики, що спрямований на вивчення та розв'язання задач з параметрами. Досліджено основні етапи розробки посібника, що включають вибір інструментів для реалізації посібника, створення його змістовної структури, інтеграцію інтерактивних елементів та перевірку їх ефективності в освітньому процесі.

Розроблено інтерактивний електронний посібник, який поєднує теоретичний матеріал, практичні завдання та інструменти для самоконтролю. У посібнику представлено різноманітні завдання з параметрами, що розподілені за складністю, забезпечуючи поступовий розвиток навичок здобувачів. Інтерактивні елементи дозволяють автоматично перевіряти відповіді та аналізувати помилки, що підвищує ефективність самостійної роботи здобувачів.

Реалізація посібника поділялася на три етапи. Перший етап передбачає обрання середовища для розробки, зокрема вибір Microsoft Word для формування основного змісту із вбудованим інструментом MathType для створення складних математичних формул та Adobe Acrobat Pro для інтерактивних функцій. Це забезпечило зручність створення матеріалів і сумісність з різними платформами.

Другий етап полягає в розробці структури посібника в Microsoft Word. У ньому було створено логічний поділ на розділи, підрозділи та завдання, що охоплюють різні аспекти задач з параметрами. Застосовано принципи поступового ускладнення матеріалу, а також інтеграцію прикладів, теоретичних пояснень і вправ.

Третій етап включав програмну реалізацію інтерактивних елементів у Adobe Acrobat Pro. Додано функції перевірки відповідей, підсвічування правильних і помилкових відповідей, а також кнопки для скасування та

завершення завдань, що створює зручний інструмент для всіх учасників освітнього процесу.

Перевірка ефективності посібника проводилася у трьох закладах середньої освіти серед учнів 9-х класів. Участь взяли 66 здобувачів, які працювали з посібником під час уроків алгебри, факультативних занять та самостійної підготовки. Учителі позитивно оцінили адаптивність посібника до шкільної програми, а здобувачі виявили високу зацікавленість і зручність у використанні.

Аналіз результатів дослідження показав, що розроблений інтерактивний електронний посібник є ефективним інструментом для опанування задач з параметрами. Більшість здобувачів досягли високих результатів, значно покращивши свої знання. Посібник сприяє самостійному опрацюванню складних тем, розвиває аналітичні навички та формує стійку математичну компетентність, а використання інтерактивних технологій значно підвищує мотивацію здобувачів до навчання на заняттях з математики.

ВИСНОВКИ

Тема дослідження є надзвичайно актуальною в умовах розвитку дистанційної освіти, яка набуває особливої значущості внаслідок пандемії COVID-19 та воєнних подій в Україні після 24 лютого 2022 року. Ці обставини стимулюють необхідність впровадження інноваційних методів навчання, зокрема використання інтерактивних електронних посібників, які забезпечують якісну освіту незалежно від фізичної присутності здобувачів у закладах освіти.

У кваліфікаційній роботі було досліджено методичні аспекти розробки, реалізації електронних посібників та створення інтерактивного електронного посібника з математики для здобувачів 9 класу, що дозволяє у цікавій та ефективній формі освоїти розв'язання задач із параметрами, сприяючи розвитку математичного мислення учнів. Зокрема, у першому розділі роботи було розглянуто загальнотеоретичні аспекти інтерактивних електронних посібників з математики. Проаналізовано поняття, роль та значення електронних посібників у сучасній освіті, визначено їх дидактичні функції та особливості. Обґрунтовано методичні засади та структуру розробки інтерактивного посібника, а також висвітлено особливості вивчення задач з параметрами за допомогою інтерактивних засобів, що забезпечують поступовий перехід від простих до складніших математичних тем.

У другому розділі було здійснено розробку та впровадження інтерактивного електронного посібника з математики. Було обрано середовище розробки Microsoft Word – для створення структури посібника, MathType – для оформлення математичних формул та Adobe Acrobat Pro – для програмної реалізації інтерактивних елементів. Створено чітку та логічну структуру посібника, розроблено інтерактивні завдання різних рівнів складності, що включають тестові завдання, завдання на встановлення відповідності, на вибір кількох варіантів відповіді, вибір одного варіанту відповіді з переліку та завдання з короткою числовою відповіддю. Проведено

перевірку якості посібника серед здобувачів 9 класу, що підтвердило його ефективність в освітньому процесі та сприяло підвищенню рівня засвоєння навчального матеріалу.

Результати дослідження мають значну практичну цінність і можуть бути використані для подальшої розробки та вдосконалення інтерактивних навчальних матеріалів. Високі середні оцінки здобувачів свідчать про успішність розробленого та впровадженого посібника та його позитивний вплив на освітній процес. Використання інноваційних технологій дозволяє адаптувати навчальний матеріал до індивідуальних потреб здобувачів, що підвищує їхню мотивацію та сприяє розвитку критичного мислення.

У майбутньому результати цього дослідження можуть бути застосовані для створення подібних інтерактивних посібників з інших предметів, що забезпечить комплексний підхід до сучасного навчання. Крім того, планується продовження роботи в цьому напрямку з метою подальшого вдосконалення методики інтерактивного навчання, збільшення обсягу матеріалу теми дослідження та розширення функціональних можливостей посібника.

Таким чином, проведене дослідження підтвердило ефективність використання інтерактивного електронного посібника з математики для вивчення учнями 9 класу задач з параметрами. Адже сприяє покращенню якості освіти та підготовці учнів до успішного вирішення складних математичних завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біляніна О.Я., Білянін Г.І., Семчук А.Р. Модельна навчальна програма «Алгебра. 7-9 класи» для закладів загальної середньої освіти. *Міністерство освіти і науки України*. 2023. URL: <http://surl.li/dnjfkn>.
2. Боднар М.О., Жовтоніжко І.М., Баранник М.О. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі закладів вищої освіти. *Наука і молодь у XXI сторіччі: збірник матеріалів IX Міжнародної молодіжної науково-практичної Інтернет-конференції* (м. Полтава, 30 лист. 2023 р.). Полтава : ПУЕТ, 2023. С. 594-596.
3. Волинський В.П., Красовський О.С. Інформаційні функції, роль і призначення електронних підручників. Освітній портал. 2010. URL: <http://www.rozumniki.ua/ua/viewarticles/id-informaciyni-funkciyi-rol-i-priznachennya-elektronnih-pidruchnikiv-108.htm>.
4. Жовтоніжко І.М., Боднар М.О. Якість освіти: виклики сучасності та шляхи до майбутніх змін (на прикладі використання інтерактивних електронних посібників). *Вісник науки та освіти: журнал*. Вип. № 8 (26). Київ, 2024. С. 917-930.
5. Жовтоніжко І., Нелін Є., Боднар М. Вплив цифровізації на освіту в майбутньому. *Тенденції розвитку педагогіки та освіти в умовах цифрових трансформацій (ByteEd-2024): матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції* (Харків, 17-19 квіт. 2024 р.). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 109-112.
6. Жовтоніжко І., Боднар М. Історія, стан та перспективи використання тестування у сучасній математичній освіті. *Проблеми викладання математики у закладах освіти: теорія, методика, практика: тези доповідей III Міжнародної конференції на честь 105-річчя О.В. Погорелова* (26-28 бер., м. Харків, Україна). Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 51-54.
7. Жовтоніжко І.М., Баранник М.О., Боднар М.О. Сучасні пріоритети професійної підготовки здобувачів вищої освіти природничо-математичного

профілю. *Вісник науки та освіти*: журнал. Вип. № 1(19). Київ, 2024. С. 849-862.

8. Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. №5. 2004. С. 24-32.

9. Кадемія М.Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі. Вінниця, ТОВ «Планер». 2011. 220 с.

10. Кононець Н.В. Аспекти педагогічної майстерності викладача: розробка електронних підручників. Витоки педагогічної майстерності : зб. наук. праць. 2009. № 6. С. 202-210. URL: www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vpm/2009_6/konones.pdf с 202.

11. Лапінський В.В. Принцип наочності і створення електронних засобів навчального призначення. *Народна освіта*. 2009. Вип. 3. URL: <http://www.narodnaosvita.kiev.ua/vupysku/9/statti/lapinskiy.htm>.

12. Леонтєва О. Використання ігрових комп'ютерних програм для розвитку молодших школярів. *Наука, освіта, молодь*. Ч.2. С. 74-77. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/stud_konferenzia/2017_2/27.pdf.

13. Мадзігон В.М., Дорошенко Ю.О., Лапінський В.В. Педагогічні аспекти створення і використання електронних засобів навчання. *Проблеми сучасного підручника*: зб. наук. праць. Київ : Педагогічна думка, 2003. Вип. 4. С. 70-82.

14. Наказ МОН від 02.05.2018 № 440 Про затвердження Положення про електронний підручник. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 24 травня 2018 р. за № 621/32073. Київ : Міністерство освіти і науки України, 2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0621-18#Text>

15. Підгорна Т.В. Віртуальні лабораторії як засіб інтелектуального розвитку. *Технології розвитку інтелекту*. 2014. Т. 1 Вип. 6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tri_2014_1_6_9.

16. Прокопенко Н.С., Захарійченко Ю.О., Кінащук Н.Л. Алгебра : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. Харків : Видавництво «Ранок», 2016. 288 с.

17. Пугач В.М. Сучасні освітні платформи для дистанційного навчання. *Наукові інновації та передові технології*. 2023. №13(27). URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/7275>.
18. Роганін О.М. Алгебра і початки аналізу в означеннях, таблицях і схемах. 7-11 класи. Харків : Видавництво «Ранок», 2020. 112 с.
19. Стромило І. Технології та методологія розробки електронних посібників. *Нова педагогічна думка*. 2013. № 2. С. 182-185. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Npd_2013_2_47.pdf.
20. Федорчук В. Інтерактивні технології та їх використання у навчальному процесі вищої школи : зб. наук. праць Уманського державного педагогічного університету. 2009. Ч. 3. С. 180-185.
21. Фіголь Н. Електронний навчальний посібник чи підручник: до проблеми визначення. Київський політехнічний інститут. 2012. С. 53-56. URL: <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/15265/1/11-53-56.pdf>.

ДОДАТОК А

Програмна реалізація кнопки «Скасувати» для самостійної роботи №18
інтерактивного електронного посібника

```
var buttonA1 = this.getField("Button_A_143");
var buttonB1 = this.getField("Button_B_143");
var buttonC1 = this.getField("Button_C_143");
var buttonD1 = this.getField("Button_D_143");
var buttonE1 = this.getField("Button_E_143");
```

```
buttonA1.fillColor = color.transparent;
buttonB1.fillColor = color.transparent;
buttonC1.fillColor = color.transparent;
buttonD1.fillColor = color.transparent;
buttonE1.fillColor = color.transparent;
```

```
buttonA1.buttonSetCaption("");
buttonB1.buttonSetCaption("");
buttonC1.buttonSetCaption("");
buttonD1.buttonSetCaption("");
buttonE1.buttonSetCaption("");
```

```
var buttonA2 = this.getField("Button_A_144");
var buttonB2 = this.getField("Button_B_144");
var buttonC2 = this.getField("Button_C_144");
var buttonD2 = this.getField("Button_D_144");
var buttonE2 = this.getField("Button_E_144");
```

```
buttonA2.fillColor = color.transparent;
buttonB2.fillColor = color.transparent;
buttonC2.fillColor = color.transparent;
buttonD2.fillColor = color.transparent;
buttonE2.fillColor = color.transparent;
```

```
buttonA2.buttonSetCaption("");
buttonB2.buttonSetCaption("");
buttonC2.buttonSetCaption("");
buttonD2.buttonSetCaption("");
buttonE2.buttonSetCaption("");
```

```
var buttonA3 = this.getField("Button_A_145");
var buttonB3 = this.getField("Button_B_145");
var buttonC3 = this.getField("Button_C_145");
var buttonD3 = this.getField("Button_D_145");
var buttonE3 = this.getField("Button_E_145");
```

```
buttonA3.fillColor = color.transparent;
buttonB3.fillColor = color.transparent;
buttonC3.fillColor = color.transparent;
buttonD3.fillColor = color.transparent;
buttonE3.fillColor = color.transparent;
```

```
buttonA3.buttonSetCaption("");
```



```

        buttonB3.buttonSetCaption("");
        buttonC3.buttonSetCaption("");
        buttonD3.buttonSetCaption("");
        buttonE3.buttonSetCaption("");

var buttonA4 = this.getField("Button_A_146");
var buttonB4 = this.getField("Button_E_146");
var buttonC4 = this.getField("Button_B_146");
var buttonD4 = this.getField("Button_I_146");
var buttonE4 = this.getField("Button_H_146");

        buttonA4.fillColor = color.transparent;
        buttonB4.fillColor = color.transparent;
        buttonC4.fillColor = color.transparent;
        buttonD4.fillColor = color.transparent;
        buttonE4.fillColor = color.transparent;

        buttonA4.buttonSetCaption("");
        buttonB4.buttonSetCaption("");
        buttonC4.buttonSetCaption("");
        buttonD4.buttonSetCaption("");
        buttonE4.buttonSetCaption("");

var buttonA_1 = this.getField("Button_A1_30");
var buttonB_1 = this.getField("Button_E1_30");
var buttonC_1 = this.getField("Button_B1_30");
var buttonD_1 = this.getField("Button_I1_30");
var buttonE_1 = this.getField("Button_H1_30");

        buttonA_1.fillColor = color.transparent;
        buttonB_1.fillColor = color.transparent;
        buttonC_1.fillColor = color.transparent;
        buttonD_1.fillColor = color.transparent;
        buttonE_1.fillColor = color.transparent;

        buttonA_1.buttonSetCaption("");
        buttonB_1.buttonSetCaption("");
        buttonC_1.buttonSetCaption("");
        buttonD_1.buttonSetCaption("");
        buttonE_1.buttonSetCaption("");

var buttonA_2 = this.getField("Button_A2_30");
var buttonB_2 = this.getField("Button_E2_30");
var buttonC_2 = this.getField("Button_B2_30");
var buttonD_2 = this.getField("Button_I2_30");
var buttonE_2 = this.getField("Button_H2_30");

        buttonA_2.fillColor = color.transparent;
        buttonB_2.fillColor = color.transparent;
        buttonC_2.fillColor = color.transparent;
        buttonD_2.fillColor = color.transparent;
        buttonE_2.fillColor = color.transparent;

        buttonA_2.buttonSetCaption("");
        buttonB_2.buttonSetCaption("");
        buttonC_2.buttonSetCaption("");
        buttonD_2.buttonSetCaption("");

```

```

        buttonE_2.buttonSetCaption("");

var buttonA_3 = this.getField("Button_A3_30");
var buttonB_3 = this.getField("Button_B3_30");
var buttonC_3 = this.getField("Button_C3_30");
var buttonD_3 = this.getField("Button_D3_30");
var buttonE_3 = this.getField("Button_E3_30");

        buttonA_3.fillColor = color.transparent;
        buttonB_3.fillColor = color.transparent;
        buttonC_3.fillColor = color.transparent;
        buttonD_3.fillColor = color.transparent;
        buttonE_3.fillColor = color.transparent;

        buttonA_3.buttonSetCaption("");
        buttonB_3.buttonSetCaption("");
        buttonC_3.buttonSetCaption("");
        buttonD_3.buttonSetCaption("");
        buttonE_3.buttonSetCaption("");

var textField1 = this.getField("Text_field364");
var answerField1 = this.getField("Text_answer35");
var textField2 = this.getField("Text_field365");
var answerField2 = this.getField("Text_answer36");

textField1.fillColor = color.yellow;
textField2.fillColor = color.yellow;

textField1.value = "";
textField2.value = "";

answerField1.display = display.hidden;
answerField2.display = display.hidden;

textField1.readonly = false;
textField2.readonly = false;

```

ДОДАТОК Б

Програмна реалізація кнопки «Завершити» для самостійної роботи №18
інтерактивного електронного посібника

```

var buttonA1 = this.getField("Button_A_143");
var buttonB1 = this.getField("Button_E_143");
var buttonC1 = this.getField("Button_B_143");
var buttonD1 = this.getField("Button_I_143");
var buttonE1 = this.getField("Button_Д_143");

if (buttonA1.buttonGetCaption() === "A") {
    buttonA1.fillColor = color.red;
    buttonC1.fillColor = color.green;
    buttonC1.buttonSetCaption("B");
}

if (buttonB1.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonB1.fillColor = color.red;
    buttonC1.fillColor = color.green;
    buttonC1.buttonSetCaption("B");
}

if (buttonC1.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonC1.fillColor = color.green;
}

if (buttonD1.buttonGetCaption() === "I") {
    buttonD1.fillColor = color.red;
    buttonC1.fillColor = color.green;
    buttonC1.buttonSetCaption("B");
}

if (buttonE1.buttonGetCaption() === "Д") {
    buttonE1.fillColor = color.red;
    buttonC1.fillColor = color.green;
    buttonC1.buttonSetCaption("B");
}

buttonA1.readonly = true;
buttonB1.readonly = true;
buttonC1.readonly = true;
buttonD1.readonly = true;
buttonE1.readonly = true;

var buttonA2 = this.getField("Button_A_144");
var buttonB2 = this.getField("Button_E_144");
var buttonC2 = this.getField("Button_B_144");
var buttonD2 = this.getField("Button_I_144");
var buttonE2 = this.getField("Button_Д_144");

if (buttonA2.buttonGetCaption() === "A") {
    buttonA2.fillColor = color.green;
}

```

```

if (buttonB2.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonB2.fillColor = color.red;
    buttonA2.fillColor = color.green;
    buttonA2.buttonSetCaption("A");
}

if (buttonC2.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonC2.fillColor = color.red;
    buttonA2.fillColor = color.green;
    buttonA2.buttonSetCaption("A");
}

if (buttonD2.buttonGetCaption() === "Г") {
    buttonD2.fillColor = color.red;
    buttonA2.fillColor = color.green;
    buttonA2.buttonSetCaption("A");
}

if (buttonE2.buttonGetCaption() === "Д") {
    buttonE2.fillColor = color.red;
    buttonA2.fillColor = color.green;
    buttonA2.buttonSetCaption("A");
}

buttonA2.readonly = true;
buttonB2.readonly = true;
buttonC2.readonly = true;
buttonD2.readonly = true;
buttonE2.readonly = true;

var buttonA3 = this.getField("Button_A_145");
var buttonB3 = this.getField("Button_E_145");
var buttonC3 = this.getField("Button_B_145");
var buttonD3 = this.getField("Button_Г_145");
var buttonE3 = this.getField("Button_Д_145");

if (buttonA3.buttonGetCaption() === "A") {
    buttonA3.fillColor = color.red;
    buttonE3.fillColor = color.green;
    buttonE3.buttonSetCaption("Д");
}

if (buttonB3.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonB3.fillColor = color.red;
    buttonE3.fillColor = color.green;
    buttonE3.buttonSetCaption("Д");
}

if (buttonC3.buttonGetCaption() === "B") {
    buttonC3.fillColor = color.red;
    buttonE3.fillColor = color.green;
    buttonE3.buttonSetCaption("Д");
}

if (buttonD3.buttonGetCaption() === "Г") {
    buttonD3.fillColor = color.red;

```

```

        buttonE3.fillColor = color.green;
        buttonE3.buttonSetCaption("Д");
    }

    if (buttonE3.buttonGetCaption() === "Д") {
        buttonE3.fillColor = color.green;
    }

    buttonA3.readonly = true;
    buttonB3.readonly = true;
    buttonC3.readonly = true;
    buttonD3.readonly = true;
    buttonE3.readonly = true;

    var buttonA4 = this.getField("Button_A_146");
    var buttonB4 = this.getField("Button_E_146");
    var buttonC4 = this.getField("Button_B_146");
    var buttonD4 = this.getField("Button_I_146");
    var buttonE4 = this.getField("Button_Д_146");

    if (buttonA4.buttonGetCaption() === "A") {
        buttonA4.fillColor = color.red;
        buttonB4.fillColor = color.green;
        buttonB4.buttonSetCaption("B");
    }

    if (buttonB4.buttonGetCaption() === "B") {
        buttonB4.fillColor = color.green;
    }

    if (buttonC4.buttonGetCaption() === "B") {
        buttonC4.fillColor = color.red;
        buttonB4.fillColor = color.green;
        buttonB4.buttonSetCaption("B");
    }

    if (buttonD4.buttonGetCaption() === "I") {
        buttonD4.fillColor = color.red;
        buttonB4.fillColor = color.green;
        buttonB4.buttonSetCaption("B");
    }

    if (buttonE4.buttonGetCaption() === "Д") {
        buttonE4.fillColor = color.red;
        buttonB4.fillColor = color.green;
        buttonB4.buttonSetCaption("B");
    }

    buttonA4.readonly = true;
    buttonB4.readonly = true;
    buttonC4.readonly = true;
    buttonD4.readonly = true;
    buttonE4.readonly = true;

    var buttonA_1 = this.getField("Button_A1_30");
    var buttonB_1 = this.getField("Button_E1_30");
    var buttonC_1 = this.getField("Button_B1_30");

```

```

var buttonD_1 = this.getField("Button_I1_30");
var buttonE_1 = this.getField("Button_II1_30");

if (buttonA_1.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonA_1.fillColor = color.red;
    buttonB_1.fillColor = color.green;
}

if (buttonB_1.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonB_1.fillColor = color.green;
}

if (buttonC_1.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonC_1.fillColor = color.red;
    buttonB_1.fillColor = color.green;
}

if (buttonD_1.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonD_1.fillColor = color.red;
    buttonB_1.fillColor = color.green;
}

if (buttonE_1.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonE_1.fillColor = color.red;
    buttonB_1.fillColor = color.green;
}

buttonA_1.readonly = true;
buttonB_1.readonly = true;
buttonC_1.readonly = true;
buttonD_1.readonly = true;
buttonE_1.readonly = true;

var buttonA_2 = this.getField("Button_A2_30");
var buttonB_2 = this.getField("Button_E2_30");
var buttonC_2 = this.getField("Button_B2_30");
var buttonD_2 = this.getField("Button_I2_30");
var buttonE_2 = this.getField("Button_II2_30");

if (buttonA_2.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonA_2.fillColor = color.green;
}

if (buttonB_2.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonB_2.fillColor = color.red;
    buttonA_2.fillColor = color.green;
}

if (buttonC_2.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonC_2.fillColor = color.red;
    buttonA_2.fillColor = color.green;
}

if (buttonD_2.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonD_2.fillColor = color.red;
    buttonA_2.fillColor = color.green;
}

```

```

if (buttonE_2.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonE_2.fillColor = color.red;
    buttonA_2.fillColor = color.green;
}

buttonA_2.readonly = true;
buttonB_2.readonly = true;
buttonC_2.readonly = true;
buttonD_2.readonly = true;
buttonE_2.readonly = true;

var buttonA_3 = this.getField("Button_A3_30");
var buttonB_3 = this.getField("Button_E3_30");
var buttonC_3 = this.getField("Button_B3_30");
var buttonD_3 = this.getField("Button_I3_30");
var buttonE_3 = this.getField("Button_D3_30");

if (buttonA_3.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonA_3.fillColor = color.red;
    buttonD_3.fillColor = color.green;
}

if (buttonB_3.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonB_3.fillColor = color.red;
    buttonD_3.fillColor = color.green;
}

if (buttonC_3.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonC_3.fillColor = color.red;
    buttonD_3.fillColor = color.green;
}

if (buttonD_3.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonD_3.fillColor = color.green;
}

if (buttonE_3.fillColor.toString() === color.yellow.toString()) {
    buttonE_3.fillColor = color.red;
    buttonD_3.fillColor = color.green;
}

buttonA_3.readonly = true;
buttonB_3.readonly = true;
buttonC_3.readonly = true;
buttonD_3.readonly = true;
buttonE_3.readonly = true;

var field1 = this.getField("Text_field364");
var answerField1 = this.getField("Text_answer35");

field1.calculate = function() {
    this.readonly = true;
    var value = parseFloat(this.valueAsString.replace(',', ' '));
    if (value === 5) {
        this.fillColor = color.green;
        answerField1.display = display.hidden;
    }
}

```

```

    } else {
        this.fillColor = color.red;
        answerField1.display = display.visible;
    }
}

field1.calculate();

field1.readonly = true;

var field2 = this.getField("Text_field365");
var answerField2 = this.getField("Text_answer36");

field2.calculate = function() {
    this.readonly = true;
    var value = parseFloat(this.valueAsString.replace(',', ' '));
    if (value === 4.5) {
        this.fillColor = color.green;
        answerField2.display = display.hidden;
    } else {
        this.fillColor = color.red;
        answerField1.display = display.visible;
    }
}

field2.calculate();

field2.readonly = true;

var checkButton = this.getField("Button_check_testing18");
var cancelButton = this.getField("Button_cancel_testing18");

checkButton.fillColor = color.transparent;
cancelButton.fillColor = color.transparent;

checkButton.readonly = true;
cancelButton.readonly = true;

```