

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М. П. ДРАГОМАНОВА

**НОВІКОВА Анна Олександрівна**

УДК 373.5.016:512]:519.673(043.3)

**ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ  
УМІНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ АЛГЕБРИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук



Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі математики і теорії та методики навчання математики Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, Міністерство освіти і науки України.

**Науковий керівник:** кандидат педагогічних наук, професор  
**Швець Василь Олександрович**,  
Національний педагогічний університет  
імені М. П. Драгоманова, завідувач кафедри  
математики і теорії та методики навчання  
математики.

**Офіційні опоненти:** доктор фізико-математичних наук, професор  
**Авраменко Ольга Валентинівна**,  
Центральноукраїнський державний педагогічний  
університет імені Володимира Винниченка,  
завідувач кафедри прикладної математики,  
статистики та економіки;

кандидат педагогічних наук, доцент  
**Прус Алла Володимирівна**,  
Житомирський державний університет імені Івана  
Франка, доцент кафедри алгебри та геометрії.

Захист відбудеться «28» квітня 2021 року о 12<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.03 у Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова за адресою: 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова за адресою: 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9.

Автореферат розісланий «24» березня 2021 року.

**Учений секретар**  
спеціалізованої вченої ради



**М. П. Малезик**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність дослідження.** Концепцію Нової української школи відповідно до Закону України про освіту зорієнтовано насамперед на формування в учнів компетентностей, потрібних молодій людині для успішної самореалізації в суспільстві; на створення нової структури школи, що забезпечує засвоєння нового змісту й здобуття компетентностей для життя. На сучасному, етапі в освіті передбачено виконання такого важливого завдання: створити загальноосвітню школу, яка забезпечить готовність учнів до успішного життя в умовах постійних і стрімких суспільних та технологічних змін, що водночас з іншими завданнями ставлять акцент на реалізації прикладної спрямованості навчання математики, важливості підвищення результатів навчання математики в основній школі, на розвитку учнів завдяки формуванню математичної компетентності у взаємозв'язку з іншими ключовими компетентностями.

Згідно з Державним стандартом базової і повної середньої освіти основною метою вивчення освітньої галузі «Математика» є вироблення в учнів умінь і навичок, потрібних для оволодіння предметами природничо-математичного циклу, а також у повсякденному житті та майбутній професійній діяльності. Одним з пріоритетних завдань реалізації змісту освітньої галузі «Математика» в школі є формування в учнів знань про математичні поняття й методи, що є важливими засобами моделювання реальних процесів і явищ, тому одним з актуальних напрямів освітнього процесу є посилення реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу математики.

Проблема реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри перебуває на етапі розв'язання. Різні її аспекти викладено в працях українських та зарубіжних учених, зокрема теоретично обґрунтовано проблему реалізації прикладної спрямованості математики (О. М. Астряб, Г. П. Бевз, Б. В. Гнеденко, О. С. Дубинчук, Ю. М. Колягін, З. І. Слєпкань, В. В. Фірсов та ін.); визначено умови реалізації прикладної спрямованості навчання математики в школі (Ю. М. Колягін, В. В. Пікан); сформульовано загальні принципи, які забезпечують шкільному курсу математики прикладну спрямованість (В. В. Фірсов); представлено прикладну спрямованість як засіб активізації пізнавальної діяльності (М. Я. Ігнатенко); вивчено засоби реалізації прикладної спрямованості практичних робіт (Р. Н. Матюгіна), навчальної практики (Н. С. Вагіна), прикладних задач (Л. С. Межейнікова, М. А. Мірзаахмедов, Л. О. Соколенко, А. В. Прус, Г. Я. Дутка, Л. І. Новицька, Е. В. Сухорукова, В. О. Швець); досліджено міждисциплінарне застосування математичних методів у процесі вивчення наукових дисциплін (Л. Б. Ітельсон, М. І. Грабар, О. О. Гранічіна).

У методиці навчання математики в загальноосвітніх навчальних закладах зосереджено значну увагу на реалізації прикладної спрямованості (Г. П. Бевз,

В. О. Швець, Л. О. Соколенко, А. В. Прус). Основні методичні положення щодо навчання учнів математичного моделювання розроблено в наукових розвідках Б. В. Гнеденка, С. І. Шварцбурда, В. В. Фірсова, Г. М. Возняка, Л. О. Соколенко; математичні моделі досліджено засобами інформаційних технологій (М. І. Жалдак, Н. В. Морзе, С. А. Раков); наголошено на важливості формування вмінь і навичок математичного моделювання в майбутніх вчителів математики (Л. Л. Панченко).

Розвиток умінь математичного моделювання в учнів під час вивчення окремих дисциплін розглядали Ю. К. Бабанський, М. І. Бурда, В. В. Волошена, О. І. Ляшенко, О. І. Пометун, З. І. Слєпкань, М. О. Філімонова.

Аналіз досліджень, науково-методичної літератури та освітнього процесу в школі демонструє потребу в методичному забезпеченні процесу реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри, яке в результаті відповідатиме стратегіям розвитку освіти на сучасному етапі та забезпечить формування в учнів умінь математичного моделювання під час вивчення алгебри в основній школі.

Сучасна система освіти, що спрямована на особистісно зорієнтоване навчання, спонукає учнів використовувати методи математичного моделювання під час вивчення математики та розвиває здатність молодих людей у подальшому оволодівати перспективними технологіями для організації професійної діяльності, однак, як засвідчують дослідження Програми міжнародного оцінювання учнів – PISA, що здійснюються в Україні з 2016 р., учні основної школи недостатньо володіють методами математичного моделювання та вміннями використовувати математику в особистих цілях і суспільному житті, тому питання їх упровадження в освітній процес є **актуальним**. Основними причинами, що не дають змоги повною мірою забезпечити розуміння учнями прикладних можливостей математики, є брак навчального часу, відсутність систематизованого методичного матеріалу, недостатня кількість дидактичних засобів для складання й розв'язування задач методами математичного моделювання, відсутність розроблених критеріїв рівня сформованості вмінь математичного моделювання, епізодичність застосування математичного моделювання в освітньому процесі.

Математичне моделювання під час розв'язування задач є важливим методом реалізації прикладної спрямованості навчання математики, що підвищує мотивацію учнів, сприяє розвитку мисленнєвих операцій, поглиблює засвоєння математичного апарату та зв'язків між математичними поняттями, ілюструє застосування теоретичного матеріалу в повсякденному житті та суміжних дисциплінах. Для сучасного учня важливо засвоїти базову систему знань, умінь і навичок й підготуватися самостійно розв'язувати проблеми, пов'язані з навчанням і майбутньою професійною діяльністю.

З огляду на це виникає низка суперечностей:

- між недостатнім рівнем системності знань учнів з алгебри й можливостями прикладної спрямованості для підвищення рівня знань учнів;
- між новими вимогами до математичних знань сучасного випускника, з-поміж яких розвиток особистості учня в процесі формування математичної

компетентності, та традиційними методами, формами й засобами навчання математики та алгебри;

– між вимогами до формування в учнів умінь математичного моделювання та недостатнім розумінням учителями розбіжностей між традиційним підходом до навчання й технологіями математичного моделювання;

– між потребою в оволодінні учнями вміннями, потрібними для професійної діяльності, та відсутністю в методичній літературі відповідної системи, яка б передбачала формування цих умінь.

Вище викладені аргументи дають змогу стверджувати, що питання методики підготовки випускника загальноосвітнього закладу до життя й майбутньої професійної діяльності, проблеми, які при цьому виникають, причини, які їх обумовлюють, ще недостатньо вивчено, тому для дослідження обрано тему: **«Формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання у процесі навчання алгебри».**

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертацію виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри математики та методики викладання математики НПУ імені М. П. Драгоманова, напрями наукового пошуку: «Технології впровадження прикладної спрямованості навчання математики в профільній школі в умовах комп'ютерно-орієнтованих систем навчання», номер державної реєстрації 0113U003003.

Тему дисертаційного дослідження затверджено Вченою радою Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 10 від 28.01.2016) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 5 від 14.06.2016).

**Мета** дослідження полягає в розробленні й теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці системи задач як засобу реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри.

**Гіпотеза дослідження:** створення й упровадження в освітній процес методики формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання в процесі навчання алгебри відбуватиметься ефективніше, якщо використовувати спеціально підібрану систему задач і забезпечити педагогічні умови, які передбачають:

– створення сприятливого навчально-виховного середовища реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри;

– застосування міжпредметних зв'язків з дисциплінами природничого циклу;

– використання ІКТ у процесі навчання математики.

Для досягнення мети й перевірки гіпотези сформульовано такі **завдання:**

1) проаналізувати стан дослідження проблеми реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри в психолого-педагогічній, навчально-методичній літературі та в освітньому процесі;

2) визначити засоби й методи реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри;

3) створити систему задач для формування в учнів умінь математичного моделювання під час навчання алгебри в основній школі;

4) перевірити експериментально ефективність розробленої методики формування в учнів основної школи вміння математичного моделювання під час вивчення курсу алгебри.

**Об'єкт дослідження** – процес навчання алгебри в основній школі.

**Предмет** – система задач з алгебри як засіб формування в учнів умінь математичного моделювання.

**Методи дослідження.** Для реалізації поставленої мети, виконання завдань дослідження використано комплекс теоретичних, емпіричних і статистичних методів:

- *теоретичних*: аналіз психологічної, дидактичної та методичної літератури для вивчення проблеми реалізації прикладної спрямованості навчання алгебри (1.1–1.3), виокремлення методологічних засад формування в учнів умінь математичного моделювання (1.2–1.3); навчальних програм, підручників і посібників з математики, педагогічних умов, що забезпечують ефективність розробленої методики (1.1); моделювання для розроблення моделі формування вміння математичного моделювання під час вивчення курсу алгебри (2.1);

- *емпіричних*: педагогічне спостереження (1.4), анкетування, опитування вчителів для з'ясування рівня готовності до формування в учнів умінь математичного моделювання, проведення педагогічного експерименту для перевірки ефективності розробленої методики та педагогічних умов її реалізації в освітньому процесі (2.6);

- *математично-статистичних*: оцінка ефективності впровадженої методики формування вміння математичного моделювання під час вивчення курсу алгебри в основній школі (2.6).

**Наукова новизна дослідження** полягає в тому, що:

- *визначено* дидактичну модель реалізації прикладної спрямованості навчання шкільного курсу алгебри;

- *запропоновано* дидактичні вимоги до прикладних задач, що сприяють формуванню вміння математичного моделювання;

- *створено* добірку прикладних задач для курсу алгебри основної школи;

- *описано* етапи розв'язання прикладних задач;

- *запропоновано* модель формування вміння математичного моделювання.

**Практична значущість** результатів дослідження полягає в тому, що:

- *запропоновано* психолого-педагогічні засади формування в підлітків уміння математичного моделювання;

- *розроблено* методичні рекомендації, добірку прикладних задач і впроваджено в практику роботи освітніх закладів, де відбувався формувальний експеримент;

- *розроблено* методику формування в учнів основної школи вміння математичного моделювання під час вивчення курсу алгебри.

**Упровадження** результатів дисертаційної роботи в педагогічну практику підтверджено довідками шкіл: Комунального закладу «Ліцей «Науковий» Міської ради міста Кропивницького» (протокол № 2 від 17.12.2020), Рівненської загальноосвітньої школи I–III ступенів № 6 (довідка № 49 від 16.06.2020), комунального закладу «Луцький навчально-виховний комплекс № 26 Луцької міської ради Волинської області» (довідка № 01-14/223 від 12.06.2020), комунального закладу «Навчально-виховний комплекс «Долинська гімназія – загальноосвітня школа I–III ступенів № 3 Долинської районної ради» (протокол № 4 від 05.03.2020), Глухівської загальноосвітньої школи I–III ступенів № 1 Глухівської міської ради (протокол № 5 від 28.05.2020), Міжліманської загальноосвітньої школи I–III ступенів Біляївського району Одеської області (протокол № 4 від 29.05.2020).

**Особистий внесок здобувача** в одержанні наукових результатів полягає в обґрунтуванні важливості розроблення методики формування в учнів основної школи вміння математичного моделювання; у розробленні структурних компонентів методики формування вмінь математичного моделювання в учнів основної школи під час вивчення алгебри; у впровадженні результатів дослідження в практику навчання алгебри у 7–9 класах загальноосвітніх навчальних закладів; в опублікуванні одноосібних статей і тез, що віддзеркалюють результати дослідження, і публікацій у співавторстві.

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати дослідження представлено й обговорено на науково-практичних конференціях та семінарах.

*Міжнародних науково-практичних конференціях:* Міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища», КДПУ ім. В. Винниченка, м. Кіровоград (27–28 травня 2016 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики: до 70-річчя кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М. П. Драгоманова», м. Київ (11–13 травня 2017 р.); Международная научно-практическая конференция «Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы», Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка, Минск (10–13 мая 2017 г.); VI Міжнародна науково-практична онлайн-інтернет-конференція «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті», м. Кропивницький (19–20 квітня 2018 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Засоби і технології сучасного навчального середовища», ЦДПУ ім. В. Винниченка, м. Кропивницький (18–19 травня 2018 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і перспективи фахової підготовки вчителя математики», Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця (30 травня–1 червня 2018 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки», НПУ імені М. П. Драгоманова, м. Київ (29 травня 2020 р.).

*Всеукраїнських науково-практичних конференціях:* Всеукраїнська науково-практична конференція «Реалізація наступності в математичній освіті: реалії та перспективи», Південноукраїнський національний педагогічний університет

імені К. Д. Ушинського, м. Одеса (15–16 вересня 2016 р.), Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Чернівці (11–12 жовтня 2018 р.), Всеукраїнська науково-практична конференція з міжнародною участю «Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи», Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського, м. Одеса (20–21 вересня 2019 р.).

*Всеукраїнських семінарах:* Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Актуальні питання методики навчання математики», м. Київ НПУ імені М. П. Драгоманова (19 квітня 2017 р.).

**Публікації.** За темою дослідження опубліковано 24 наукові, навчальні та методичні праці, зокрема: 10 – у наукових фахових виданнях України, 2 – у науково-методичному журналі, 10 – у наукових матеріалах і тезах конференцій, 2 – у наукових виданнях зарубіжних країн (Молдова, Болгарія).

**Структура й обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (210 найменувань) на 23 сторінках та 18 додатків на 55 сторінках. Повний обсяг дисертації – 300 сторінок, основний текст – 203 сторінки. Дисертація містить 43 таблиці, 83 рисунка.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** дисертації обґрунтовано актуальність дослідження обраної теми, сформульовано об'єкт, предмет, мету, методи дослідження та завдання, визначено теоретико-методологічні основи, розкрито наукову новизну, практичне значення дослідження, представлено дані про апробацію та впровадження отриманих результатів.

У **першому розділі** – «*Предмет і теоретичні основи дослідження*» – розглянуто особливості реалізації прикладної спрямованості під час вивчення алгебри в основній школі. Проаналізовано різні підходи до визначення понять «прикладна спрямованість курсу математики», «прикладна спрямованість навчання математики». Запропоновано визначення поняття «прикладна спрямованість навчання шкільного курсу алгебри» – цілеспрямована зорієнтованість змісту, цілей, методів, організаційних форм і засобів навчання математики на реалізацію методологічних і змістових зв'язків курсу алгебри з практикою; формування в учнів під час вивчення алгебри математичних умінь і навичок, потрібних у побуті, професійній і науковій діяльності. Відповідно до запропонованого визначення уточнено компоненти дидактичної моделі ПСНШКА (прикладної спрямованості навчання шкільного курсу алгебри), а саме удосконалено цілі й зміст навчання алгебри з погляду прикладної спрямованості навчання алгебри. Основними компонентами моделі є *цільовий* (ґрунтується на конкретних кроках, завданнях щодо реалізації прикладної спрямованості навчання алгебри); *змістовий* (забезпечується прикладним змістом навчального матеріалу); *методичний* (методи, форми, засоби навчання математики, що сприяють реалізації прикладної спрямованості). Одним з основних методів реалізації прикладної спрямованості навчання курсу алгебри



є метод математичного моделювання. Згідно з теоретичними викладками, виокремлено відповідні математичні моделі курсу алгебри основної школи, з якими потрібно ознайомити учнів та навчати застосовувати їх під час розв'язування прикладних задач.

У процесі аналізу різних підходів до тлумачення понять «математична модель», «математичне моделювання», в дослідженні обрано такі визначення: «*математична модель* – це ідеалізований опис об'єкта, процесу, явища математичними поняттями, символікою, формулами, рівняннями, нерівностями, функціями», «*математичне моделювання* – це метод дослідження об'єкта, процесу або явища дійсності, який передбачає побудову, аналіз та вивчення його математичної моделі».

Упровадження методу математичного моделювання в основній школі передбачає три етапи (формалізацію, дослідження моделі, інтерпретацію), для реалізації яких учень використовує відповідні знання та вміння.

Аналіз науково-методичної літератури з обраної теми засвідчує, що не дослідженим залишається питання методики формування в учнів умінь здійснювати математичне моделювання в процесі вивчення курсу алгебри основної школи, а саме, немає системи задач, яка забезпечить формування зазначеного вміння.

У нашому дослідженні *прикладною в курсі алгебри основної школи* вважаємо задачу, що виникає в реальній ситуації (побутовій, науковій чи професійній діяльності) і для розв'язання якої потрібно застосувати понятійний апарат курсу алгебри.

Після вивчення наявних систем задач, циклів, ланцюгів, створених до різних курсів математики (геометрії основної школи, алгебри і початків аналізу та стереометрії старшої школи), ми запропонували власні вимоги до системи й до самих прикладних задач, які є її складниками. Першорядними в системі задач є вимоги до структури й функціонування.

*Вимоги до структури системи прикладних задач:* ієрархічність (задачі взаємопов'язані змістом); раціональність (кількість задач у системі повинна бути достатньою, не перенасиченою, не викликати в учнів відчуття надлишковості); наростання складності (задачі системи повинні забезпечувати рух від простого до складного).

*Вимоги до функціонування системи прикладних задач:* повнота (задачі системи повою мірою розкривають поняття теми); відповідність системи задач змісту освіти, цільова відповідність (задачі системи в поєднанні забезпечують виконання конкретних освітніх цілей).

Узагальнення дослідницького матеріалу, дозволило виокремити методичні вимоги до прикладних задач системи, які забезпечать ефективність навчального, розвивального та виховного впливів на учнів: 1) змістова валідність; 2) диференційовна реалізованість; 3) сюжетна валідність; 4) відповідність дидактичним цілям; 5) узгодженість з видом математичної моделі; 6) повнота умови.

З огляду на теоретичний аналіз та педагогічний досвід навчання учнів загальноосвітньої школи обрано ефективні методи реалізації прикладної

спрямованості курсу алгебри основної школи, що сприяють формуванню вмінь математичного моделювання: проєктний метод навчання, метод математичного моделювання, навчальна практика та практичні роботи.

У другому розділі – «Методика використання системи задач з алгебри для формування в учнів умінь і навичок математичного моделювання» – розроблено й теоретично обґрунтовано модель та методику формування в учнів уміння математичного моделювання під час вивчення курсу алгебри.

Уміння здійснювати математичне моделювання є спеціальним умінням, важливим для вивчення окремого предмету. Таке вміння передбачає знання математичних фактів та вміння досліджувати й вивчати математичні об'єкти, тому його потрібно розбити на математичні знання та більш прості дії (див. табл.1).

Уважаємо, що умовами успішного формування вміння здійснювати математичне моделювання є такі: чітке формулювання мети, яка буде усвідомлена учнем і відповідатиме мотивам діяльності; урахування вікових та психологічних особливостей учня; визначення операцій, що є складниками дії, для підбору методики формування вміння; створення умов для засвоєння учнем знань про дію та умови їх застосування на практиці; урахування межі функціонування вміння; залучення учня до активної діяльності, а не до простого отримання знань. Для ефективного використання методу математичного моделювання потрібно також розвивати такі вміння: розв'язувати прикладні задачі, здійснювати математизацію об'єктів і процесів, логічно мислити, застосовувати інформаційні технології.

Таблиця 1

*Структура вміння здійснювати математичне моделювання*

<i>Математичні знання</i>	<i>Етапи математичного моделювання</i>	<i>Розумові дії</i>
<p>Поняття модель, математична модель, етапи математичного моделювання.</p> <p>Види математичних моделей.</p> <p>Про суттєві й несуттєві властивості об'єкта, математичну модель якого будують.</p> <p>Про те, що одна математична модель може описувати різні процеси.</p> <p>Один процес можна описати кількома математичними моделями.</p>	I. Формалізація й побудова математичної моделі	<p>Здійснювати розчленоване абстрагування (аналіз об'єкта, виокремлення суттєвих і несуттєвих властивостей).</p> <p>Формалізувати суттєві властивості за допомогою моделей.</p>
	II. Дослідження побудованої математичної моделі	<p>Обґрунтовувати відповідність математичної моделі прикладній задачі.</p> <p>Переходити від однієї математичної моделі до іншої. Будувати до математичної моделі задачі допоміжні моделі.</p> <p>Розв'язувати математичну модель різними способами. Раціонально обирати спосіб розв'язання математичної моделі й організовувати розв'язання.</p>
	III. Інтерпретація розв'язків	<p>Інтерпретувати отримані розв'язки мовою задачі.</p>

Під час навчання в учнів потрібно формувати вміння здійснювати математичне моделювання так, щоб деякі з них переходили в навички.

Визначення структури вміння, дозволило нам запропонувати модель формування вміння здійснювати математичне моделювання (таблиця 2), що

складається із цільового, змістового, діяльнісного, контролювального компонентів.

Таблиця 2

*Модель формування вміння здійснювати математичне моделювання*

<b>Цільовий компонент</b>		
<p><u>Основні положення:</u> потрібно ставити навчальну мету сформуванню вміння; забезпечувати мотивацію щодо важливості формування вміння.</p> <p><u>Мета формування вміння:</u> розвиток елементів навчальної діяльності, які забезпечують успішність навчання, самоосвіти та майбутньої професійної діяльності.</p> <p>Важливим аспектом формування вміння є мотивація, без навчально-пізнавальної мотивації формування вміння не відбуватиметься повною мірою. Мотивація надає учінню особистісний інтерес. Основними компонентами діяльності учня є потреби, мотиви, цілі, засоби (за відсутності хоча б одного з них навчальна діяльність не здійснюватиме потрібного впливу).</p>		
<b>Змістовий компонент</b>		
<p>У межах цього компонента здійснюється сприйняття й запам'ятовування, застосування за зразком, а потім творче використання в новій ситуації. Уміння виокремлювати основне є пріоритетним у цьому компоненті, воно ґрунтується на аналізі, синтезі, абстрагуванні, ідеалізації, конкретизації й узагальненні. Уміння планувати й описувати, формулювати питання, складати схеми, оцінювати дії.</p> <p><u>Зміст навчального матеріалу повинен відповідати таким принципам:</u>  <i>відповідність змісту навчального матеріалу вмінню здійснювати математичне моделювання; індивідуальна значущість діяльності.</i></p>		
7 клас	8 клас	9 клас
<ul style="list-style-type: none"> <li>– побудова моделі цілого виразу, формули, лінійного рівняння, системи лінійних рівнянь, лінійної функції;</li> <li>– переведення умови задачі на математичну мову й навпаки;</li> <li>– формування поняття про математичні моделі в курсі фізики, безпеки життєдіяльності, професійній діяльності та побуті.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– побудова моделі раціонального виразу, формули, раціонального дробу, степеня числа із цілим показником, квадратного рівняння, функції <math>y = \frac{k}{x}</math>, <math>y = x^2</math>, <math>y = \sqrt{x}</math>;</li> <li>– переведення умови задачі на математичну мову й навпаки;</li> <li>– формування поняття про математичні моделі в курсі фізики, хімії, біології, побуті й професійній діяльності.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– побудова моделі лінійної та квадратної нерівностей, формули, числового проміжку, системи лінійних нерівностей, системи двох рівнянь з двома змінними, функції <math>y = ax^2 + bx + c</math>, числової послідовності, прогресій;</li> <li>– переведення умови задачі на математичну мову й навпаки;</li> <li>– формування поняття про математичні моделі в курсі фізики, економіки, екології, побуті та професійній діяльності;</li> <li>– формування уявлень про використання інформаційних технологій у процесі моделювання.</li> </ul>
<b>Діяльнісний компонент</b>		
<p>Дії можна засвоїти лише в процесі їх виконання, тому вчителю потрібно правильно організувати діяльність учнів.</p> <p><u>Етапи організації діяльності учнів і відповідні вміння, що формуються:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ознайомлення з метою і мотивація щодо важливості оволодіння вміннями (уміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати);</li> <li>– організація навчальної діяльності, спрямованої на осмислення операційного складу вміння та первинне його закріплення (уміння виокремлювати суттєві й несуттєві ознаки,</li> </ul>		

проводити аналогію, обирати алгоритм дій); – застосування й закріплення вмінь; – перенесення сформованого вміння на новий навчальний матеріал.				
<i>Рівні сформованості вміння здійснювати математичне моделювання</i>				
<i>Рівень</i>	<i>Сутність уміння</i>	<i>7 клас</i>	<i>8 клас</i>	<i>9 клас</i>
1–3	Визначення мети побудови моделі.	1) прийняття поставленої мети.	1)+2) самостійне уточнення мети.	1)+2)+3) самостійна постановка мети, що відповідає конкретному результату.
1–3	Виокремлення характеристик моделі. Формування (створення або підбір) математичної моделі.	1) інтуїтивне виокремлення елементів завдання на основі аналогічних дій.	1)+2) свідоме виокремлення елементів завдання.	1)+2)+3) самостійне виокремлення елементів завдання.
1–3	Установлення системи відношень моделі.	1) інтуїтивне встановлення відношень.	1)+2) свідоме встановлення відношень.	1)+2)+3) самостійне встановлення відношень з використанням аналогії.
1–3	Контроль відповідності отриманого результату меті побудови.	1) інтуїтивний контроль.	1)+2) довільний контроль.	1)+2)+3) керований контроль.
<b>Контрольовальний компонент</b>				
Початкова діагностика потрібна для встановлення початкового рівня знань і вмінь. Покрокова діагностика ґрунтується на перевірці знань учнів і контролі правильності виконання завдань. Підсумкова діагностика виявляє рівень сформованості вміння.				
<u>Критерії сформованості вміння:</u> – повнота й розгорнутість виконуваних дій; – самостійність виконання дій; – усвідомленість виконання дій; – перенесення вміння в нові умови; – активне використання вміння; – прагнення до вдосконалення вміння.		<u>Рівні сформованості уміння:</u> – <i>низький</i> (учневі складно продемонструвати результат побудови математичної моделі до ситуації); – <i>середній</i> (учень чітко демонструє результат побудови математичної моделі до ситуації на основі раніше виконаних задач, проте здійснює це недостатньо свідомо); – <i>високий</i> (учень може продемонструвати результати моделювання невідомої раніше ситуації чи підбирає до ситуації декілька моделей).		

У процесі розв'язування прикладної задачі відповідно до етапів математичного моделювання ми виокремили дії, яких повинен дотримуватись учень під час роботи над прикладною задачею (таблиця 3).

Таблиця 3

*Етапи процесу математичного моделювання прикладної задачі*

<i>Етап розв'язання прикладної задачі</i>	<i>Дії учня в процесі розв'язування прикладної задачі</i>
<i>I. Розуміння завдання</i>	1. <u>Розуміння й спрощення</u> . У результаті осмислення й класифікації ситуації, на основі досвіду формується модель реальної ситуації (у кожного вона може бути різною). Залежно від задачі виконують її ідеалізацію, спрощення та створюють

	реальну модель. <i>Завдання, які повинен виконати учень:</i> зрозуміти проблему, описану ситуацію; визначити дані, здійснити адаптацію умови й даних для кращого їх осмислення.
<i>II. Побудова математичної моделі</i>	2. <u>Математизація.</u> Здійснюється структурування реальної моделі, а саме виокремлення математичного змісту, математичних термінів, понять, унаслідок чого будується математична модель. <i>Завдання, які повинен виконати учень:</i> перейти від реальної моделі ситуації до її математичної моделі.
<i>III. Робота над математичною моделлю задачі.</i>	3. <u>Робота з математичною моделлю.</u> Здійснюється математична обробка та обчислення. <i>Завдання, які повинен виконати учень:</i> реалізувати математичну модель, виконати потрібні математичні дії для пошуку відповіді.
<i>IV. Інтерпретація результату</i>	4. <u>Інтерпретація отриманих результатів.</u> З'ясувати співвіднесеність отриманих математичних результатів з дійсністю. <i>Завдання, які повинен виконати учень:</i> порівняти отримані на третьому етапі результати з умовою проблемної ситуації. 5. <u>Перевірка отриманих результатів.</u> <i>Завдання, які повинен виконати учень:</i> з'ясувати правильність отриманого результату, якщо неправильний, повернутися до першої дії; пояснити остаточну відповідь задачі.

Особливості виконання дій, поданих у таблиці 3, ми досліджували під час розв'язування добірки прикладних задач, розроблених до відповідних змістових ліній курсу алгебри основної школи: «Вирази і перетворення над ними», «Рівняння та нерівності», «Функції та їх графіки», де кожна змістова лінія має свої математичні моделі. Основним показником сформованості вміння здійснювати математичне моделювання є свідомо діяльність учнів (відповідно до кроків математичного моделювання) під час розв'язування прикладних завдань.

У наступних підрозділах, детально описано особливості організації навчальної діяльності та методика використання прикладних завдань, що передбачають формування вміння математичного моделювання. Застосування ІКТ в освітньому процесі дає змогу учням самостійно створювати й досліджувати математичну модель явища, яке представлено в прикладній задачі: педагогічні програмні засоби (GeoGebra), Інтернет-ресурси (Blogger.com, інші Google-продукти, Wikipedia, Glogster, Plickers, Kahoot, Piktochart.com), інтерактивна дошка та її програмне забезпечення (Smart Board) і програми пакету Microsoft Office (Power Point, MS Word, MS Excel).

У **підрозділі 2.6.** – «*Організація, методика проведення та результати педагогічного експерименту*» – підтверджено ефективність розробленої методики.

Експериментальну перевірку організовано та проведено поетапно (констатувальний, пошуковий, формувальний етапи) протягом 2015—2020 р. на базі Комунального закладу «Ліцей «Науковий» Міської ради міста Кропивницького», Рівненської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 6, Комунального закладу «Луцький навчально-виховний комплекс № 26 Луцької міської ради Волинської області», Комунального закладу «Навчально-виховний

комплекс «Долинська гімназія – загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 3 Долинської районної ради», Глухівської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів № 1 Глухівської міської ради, Міжлиманської загальноосвітньої школи І–ІІІ ступенів Біляївського району Одеської області.

*Констатувальний етап експерименту* дозволив проаналізувати стан дослідженості проблеми реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри в психолого-педагогічній, навчально-методичній літературі та стан її реалізації в освітньому процесі; визначити засоби й методи реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри. Наша мета полягала в забезпеченні вчителів методичною літературою з питань математичного моделювання, зокрема розширення й урізноманітнення системи прикладних задач, створення методичних рекомендацій щодо застосування математичного моделювання під час розв’язування прикладних задач, виконання навчальних проєктів та практичних робіт.

Під час *пошукового експерименту*: розроблено методику формування в учнів умінь математичного моделювання та окреслено її основні положення, зокрема цілі та завдання; зміст навчального матеріалу та його структурування; методи, прийоми, організаційні форми та дидактичні засоби навчання (див. 1.2, 1.3); напрацьовано конкретні методичні рекомендації для навчання учнів елементів математичного моделювання на кожному з виокремлених етапів; ретельно дібрано дидактичні матеріали для проведення експериментального навчання (створено добірку прикладних задач курсу алгебри).

*Формувальний етап* експерименту проведено найбільш інтенсивно впродовж 2018–2020 рр. У цей період реалізовано методику формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання в процесі роботи, спрямованої на розв’язування низки завдань для вироблення конкретних умінь математичного моделювання, прикладних задач, виконання навчальних проєктів, опрацювання додаткової літератури; оцінено вплив запропонованої методики на процес формування в учнів знань, умінь та навичок математичного моделювання; визначено ефективність експериментальної методики порівняно з традиційною.

Усього в експерименті брало участь 449 учнів експериментальної та 447 контрольної групи. Експериментальне навчання проведено в межах чинних навчальних планів з урахуванням розробленої нами методики, яка передбачала розв’язування системи прикладних задач та виконання навчальних проєктів, що органічно поєднувалися з прийнятою традиційною структурою уроків за чинними підручниками з алгебри. У контрольній групі не було створено додаткових умов для формування вміння математичного моделювання, навчальний процес організовано традиційно.

На початковому етапі кількісні показники рівня сформованості вміння математичного моделювання в учнів експериментальної та контрольної груп мали майже однаковий рівень. Діагностичні контрольні роботи проведено на початку навчального року в 7-их, 8-их і 9-их класах, а підсумкові – у кінці навчального року. Для отримання результатів використано розроблені нами

варіанти контрольних завдань, спрямованих на з'ясування рівня сформованості вміння математичного моделювання.

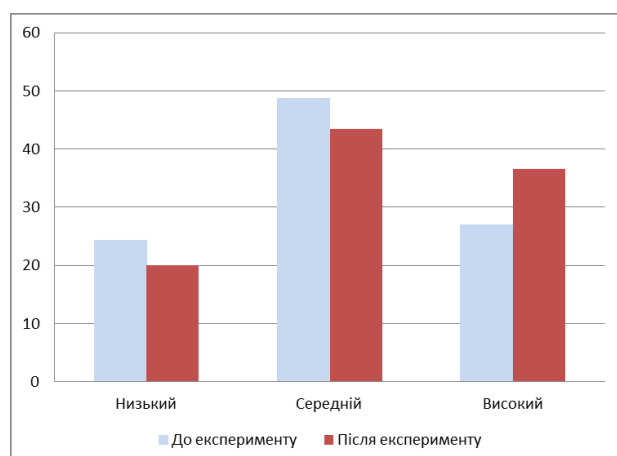


Рис. 1. Динаміка змін рівнів успішності учнів основної школи в ЕГ (у%)

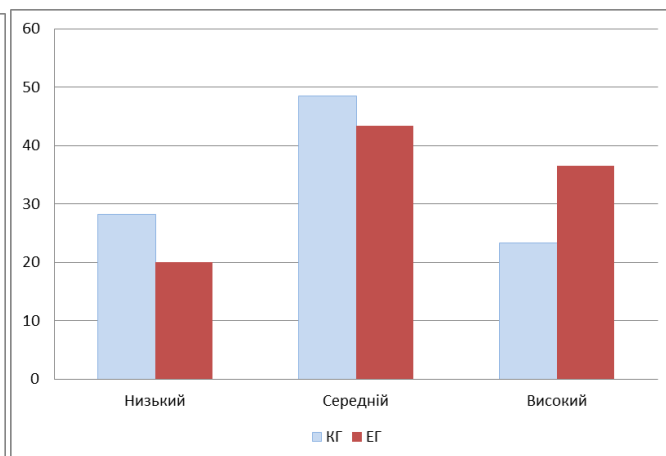


Рис. 2. Емпіричне значення статистики після експерименту (у%)

Показник успішності учнів експериментальної групи з математики зріс порівняно з контрольними групами. Зокрема кількість учнів, які володіють високим рівнем навчальних досягнень з математики, зросла на 9,6%. Відбувся значний статистичний перерозподіл на низькому та середньому рівнях. Зменшилася кількість учнів з низьким рівнем навчальних досягнень з математики на 4,2%.

Нульову гіпотезу перевірено за критерієм Пірсона  $\chi^2$ . За статистичними таблицями для рівня значущості  $\alpha=0.01$  і числа ступенів вільності  $K=i-1=2$  знаходимо критичне значення статистики критерію  $\chi^2_{\text{крит}}=9,21$ . Отримали  $\chi^2 > \chi^2_{\text{крит}}$  ( $20,6 > 9,21$ ), що є основою для відхилення нульової гіпотези на користь альтернативної про вплив розробленої системи прикладних задач та методики її використання на формування в учнів умінь математичного моделювання. Отже, аналіз результатів усіх етапів проведеного експерименту дозволяє стверджувати, що розроблена методика формування знань, умінь та навичок математичного моделювання є ефективною й сприяє активізації пізнавального інтересу до вивчення алгебри та підвищенню рівня навчальних досягнень школярів.

## ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленої мети та визначених завдань дослідження отримано такі результати:

- з'ясовано стан розв'язання проблеми в науково-методичній, психолого-педагогічній, математичній літературі та рівень її практичної реалізації в навчанні математики в школі;
- окреслено психолого-педагогічні засади формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання під час розв'язування задач;
- створено добірку задач прикладного змісту для формування в учнів основної школи вміння математичного моделювання;
- визначено, теоретично обґрунтовано та розроблено методичне забезпечення процесу формування в учнів основної школи умінь

математичного моделювання, зокрема запропоновано метод проєктів, навчальну практику та практичні роботи, задачі прикладного змісту;

– проведено експериментальну перевірку ефективності розробленої методики формування вмінь математичного моделювання в учнів основної школи під час навчання алгебри.

Результатом упровадження цієї методики є позитивна динаміка рівнів навчальних досягнень учнів з алгебри та підвищення інтересу вивчення предмету. Отримані результати дослідження дають підстави сформулювати такі **ВИСНОВКИ**:

1. Проведений аналіз стану досліджуваної проблеми в науково-методичній, психолого-педагогічній, математичній літературі та рівень її практичної реалізації в навчанні математики в школі дозволяє стверджувати, що брак навчального часу, відсутність систематизованого методичного матеріалу, недостатня кількість дидактичних матеріалів на складання й розв'язування задач методами математичного моделювання, відсутність розроблених критеріїв рівня сформованості вмінь математичного моделювання та способів їх визначення вказує на епізодичність застосування математичного моделювання в освітньому процесі, що не дає змоги повною мірою забезпечити засвоєння учнями прикладних аспектів математики.

2. У теорії та методиці навчання математики потрібно вживати такі тлумачення понять:

– *прикладна спрямованість шкільного курсу математики* – це зорієнтованість змісту й цілей освітньої діяльності на підготовку учнів до використання математичних знань і вмінь, специфічних мисленнєвих дій та індивідуальних особливостей під час вивчення суміжних дисциплін, у майбутній професійній діяльності, у житті.

– *прикладна спрямованість навчання математики* – це формування уявлень про взаємозв'язок математики із суміжними дисциплінами та особливості використання математичних методів для їх вивчення і знань про сфери діяльності, у яких застосовується математика; зорієнтованість методів, організаційних форм, засобів навчання на формування вмінь застосовувати математичний апарат для опису й дослідження реальних процесів і явищ та вмінь демонструвати математичні поняття на прикладах із життя, побуту.

3. Під час викладання шкільного курсу алгебри вищевказані визначення слід тлумачити так: «*Прикладна спрямованість навчання шкільного курсу алгебри* – це цілеспрямована зорієнтованість змісту, цілей, методів, організаційних форм і засобів навчання математики на встановлення методологічних і змістових зв'язків курсу алгебри з практикою; формування в учнів, під час вивчення алгебри математичних умінь і навичок, потрібних у побуті, професійній і науковій діяльності». Відповідно до сформульованого визначення важливо дотримуватися *дидактичної моделі реалізації ПСНШКА*, у складі якої передбачено планування змісту; формулювання цілей; упровадження ефективних методів реалізації прикладної спрямованості навчання шкільного курсу алгебри (методу математичного моделювання, проєктного методу навчання, навчальної практики та практичних робіт);



застосування засобів (системи прикладних задач) та організаційних форм, тому що їх використання забезпечує умови для формування в учнів уміння математичного моделювання.

4. Метод математичного моделювання є одним з ефективних методів розв'язування прикладних задач з алгебри, оскільки математичні моделі дають змогу продемонструвати зв'язок алгебри з навколишнім світом. Розроблена в процесі дослідження методика дозволяє формувати в учнів уміння здійснювати математичне моделювання під час роботи над прикладною задачею, забезпечує розуміння учнями того, що під час розв'язання прикладної задачі можна використовувати різні види математичних моделей (моделі формулювання умови, розв'язання, допоміжні), кожна з яких має своє значення й виконує конкретні функції. Вільне оперування етапами математичного моделювання є важливою умовою формування в учнів уміння здійснювати математичне моделювання.

5. Створена система прикладних задач є ефективним засобом реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри, оскільки систему розроблено відповідно до вимог (структури, функціонування). Прикладні задачі системи потрібно формувати за такими вимогами: змістова валідність, диференційовна реалізованість, сюжетна валідність, відповідність дидактичним цілям, узгодженість з видом математичної моделі, повнота даних. Запропонована в дослідженні система задач сприяє розв'язанню низки завдань: формує загальнонаукові методи пізнання, обчислювальні навички та логічне мислення учнів; забезпечує міжпредметні зв'язки; узагальнює та систематизує матеріал; сприяє залученню учнів до дослідницької діяльності.

6. З огляду на те, що математичне моделювання є спеціальним умінням у його структурі передбачено математичні знання та відповідні розумові дії, що реалізуються на кожному з відповідних етапів математичного моделювання (формалізація й побудова математичної моделі, дослідження побудованої моделі, інтерпретація розв'язку). Для оволодіння методом математичного моделювання потрібно розвивати такі вміння: розв'язувати прикладні задачі, здійснювати математизацію об'єктів і процесів, логічно мислити, застосовувати інформаційні технології.

7. Відповідно до структури формування вміння математичного моделювання можна здійснювати за розробленою моделлю, у якій передбачено цільовий (мета формування вміння, забезпечення мотивації); змістовий (наповненість навчального матеріалу та індивідуально значуща діяльність; зв'язок зі змістовими лініями шкільного курсу алгебри); діяльнісний (етапи організації діяльності учнів, рівні сформованості та відповідні сутності вміння, характерні для конкретного рівня); контролювальний (діагностика за критеріями сформованості вміння, визначення рівня сформованості вміння математичного моделювання) компоненти.

8. На формування в учнів уміння математичного моделювання позитивно впливає застосування інформаційно-комунікаційних технологій. Упровадження ІКТ для формування вміння математичного моделювання дозволяє розширити арсенал навчальних умінь учнів; сприяє організації творчого середовища; дає

змогу розширити й закріпити міжпредметні зв'язки математики з іншими дисциплінами; забезпечує розвиток творчої активності учнів; дозволяє закріпити вміння учнів працювати з програмними засобами. Зокрема ефективним є створення та використання динамічних моделей, перевірка отриманих результатів, графічна ілюстрація, створення в межах проєктної діяльності та навчальної практики інтерактивних плакатів, презентацій, блогів, відеороликів.

9. Результати експериментальної перевірки підтверджують ефективність розробленої методики формування вмінь математичного моделювання в учнів основної школи в процесі навчання алгебри й доводять, що дотримання запропонованої методики сприяє:

- формуванню вміння розв'язувати прикладні задачі;
- оволодінню учнями математичним моделюванням як методом розв'язування прикладних задач;
- підвищенню рівня математичної підготовки учнів;
- формуванню наукового світогляду;
- активізації пізнавального інтересу, розвитку творчих здібностей учнів.

10. У подальшому дослідженні можна передбачити:

- створення нових систем прикладних задач за основними змістовими лініями;
- розроблення нових інформаційно-комунікаційних технологій навчання учнів математичного моделювання, зокрема упровадження в освітній процес імітаційного моделювання під час підготовки навчальних проєктів.

Матеріали дослідження можна використовувати вчителям математики; для створення підручників, дидактичних матеріалів, збірників.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМАТИКОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті в наукових фахових виданнях**

1. Чінчой А. О. Математичне моделювання як засіб здійснення міжпредметних зв'язків курсу алгебри. *Наукові записки. Вип. 9. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Ч.1.* Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2016. С. 54–61.

2. Новікова А. О., Швець В. О. Система задач з теми «Нерівності» як засіб реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій та середній школі. Випуск 18 : збірник наукових праць.* Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. С. 170–178. (Особистий внесок здобувача: описано систему прикладних задач з теми «Нерівності», виокремлено типи та рівні складності прикладних задач).

3. Новікова А. О. Змістова лінія тотожні перетворення в контексті прикладної спрямованості курсу алгебри. *Наукові записки. Вип. 12. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3.* Кропивницький : РВВ ЦДПУ імені Володимира Винниченка, 2017. С. 37–41.

4. Новікова А. О. Використання програмного забезпечення GeoGebra під час розв'язування прикладних задач змістової лінії «Функції та їх графіки».

*Наукові записки. Вип. 169. Серія: Педагогічні науки.* Кропивницький: РВВ ЦДПУ імені Володимира Винниченка, 2018. С. 112–115.

5. Новікова А. О., Чінчой О. О. Використання науково-технічного потенціалу агропромислових виставок для реалізації методів математичного моделювання в курсах алгебри і фізики загальноосвітньої школи. *Наукові записки: [збірник наукових статей]* / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. Київ: Вд-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. Випуск СХХХХІ(141). 280 с. (Серія педагогічні науки). С. 156–162. (Особистий внесок здобувача: окремі складники змісту та проєкт).

6. Ботузова Ю. В., Новікова А. О. Використання інтерактивної дошки на уроках математики. *Наукові записки. Вип. 168. Серія: Педагогічні науки.* Кропивницький: РВВ ЦДПУ імені Володимира Винниченка, 2018. С. 47–52. (Особистий внесок здобувача: розроблено особливості методики використання Smart Notebook і Learningapps на уроках математики).

7. Швець В. О., Новікова А. О. Математичне моделювання в курсі алгебри під час розв'язування задач на рух. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій та середній школі. Випуск 20 : збірник наукових праць.* Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. С. 70 – 76. (Особистий внесок здобувача: продемонстровано використання методу математичного моделювання в процесі розв'язування прикладних задач на рух).

8. Чінчой А. О. Організація і проведення навчальної практики старшокласників у редакційно-видавничому центрі. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: Реалії та перспективи. Випуск 40: збірник наукових праць.* Київ, 2013. С. 269–273.

9. Чінчой А. О. Створення математичних задач з елементами історизму як засіб формування пізнавального інтересу учнів гуманітарних класів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: Реалії та перспективи. Випуск 47: збірник наукових праць.* Київ, 2014. С. 295–300.

10. Чінчой А. О. Використання археологічного матеріалу на уроках математики. *Наукові записки. Випуск 6. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина II.* Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2014. С. 34–39.

#### **Публікації у закордонних виданнях**

11. Новікова А. Система задач как средство реализации прикладной направленности курса алгебры. *Univers Pedagogic. Revistă de Pedagogie și Psihologie a Institutului de Științe ale Educației.* 2017. Nr.4 (56). С. 48 – 52.

12. Швець В. А., Новікова А. А. Прикладная направленность курса алгебры. *Годишник на ШУ „Епископ К. Преславски“ Факултет по математика и информатика, том XVIII С,* 2017. С. 105–117. (Особистий внесок здобувача: досліджено особливості реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри, розроблено прикладні задачі).

### **Публікації в науково-методичному журналі**

13. Чінчой А. О., Швець В. О. Математичне моделювання як один із методів реалізації прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри. *Математика в рідній школі*, 2016. № 9. С. 27–30. (*Особистий внесок здобувача: продемонстровано розв'язання прикладних задач, розроблених за змістовими лініями курсу алгебри основної школи за методом математичного моделювання*).

14. Новікова А. О. Навчальний проект як засіб формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання. *Математика в рідній школі*, 2018. № 11. С. 44–47.

### **Матеріали науково-практичних конференцій інших держав**

15. Новікова А. А., Швець В. А. Прикладная направленность курса алгебры основной школы. *Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы*: материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 10 – 13 мая, 2017 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец (отв. ред.) [и др.]. : Минск: БГПУ, 2017. С. 122–124. (*Особистий внесок здобувача: окремі складники змісту*).

### **Матеріали та тези науково-практичних конференцій**

16. Чінчой А. О. Розв'язування задач міжпредметного змісту методом математичного моделювання. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: Матеріали конференції, м. Кіровоград, 27–28 травня 2016 р. / Відповідальний редактор: С. П. Величко. Кіровоград: ПП «Ексклюзив Систем», 2016. С. 64–66.

17. Чінчой А. О. Прикладна спрямованість курсу алгебри основної школи. *Реалізація наступності в математичній освіті: Реалії та перспективи*: збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Одеса, 15–16 вересня 2016 р. Харків: Вид-во «Ранок», 2016. С. 129–131.

18. Новікова А. О. Система задач як засіб реалізації прикладної спрямованості курсу алгебри основної школи. *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики: до 70-річчя кафедри математики і теорії та методики навчання математики НПУ імені М. П. Драгоманова»*, 11–13 травня 2017 р., м. Київ, Україна. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2017. С. 28–29.

19. Новікова А. О. До питання про створення системи прикладних задач з курсу алгебри основної школи. *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики*: зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 30 травня–1 червня 2018 р. / М-во освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 155 – 158.

20. Новікова А. О. Психолого-педагогічні засади формування в учнів основної школи умінь і навичок математичного моделювання. *Засоби і технології сучасного навчального середовища*: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Кропивницький, 18–19 травня 2018 р.

/ Відповідальний редактор С. П. Величко. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. С. 18–19.

21. Ботузова Ю., Новікова А. Інтерактивна дошка на уроках математики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: збірник матеріалів VI-ї Міжнародної науково-практичної онлайн-інтернет-конференції, м. Кропивницький, 19–20 квітня 2018 р. / За відп. ред. М. І. Садового. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. С. 34–36. (*Особистий внесок здобувача: окремі складники змісту*).

22. Новікова А. О. Педагогічні засади формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання. *Сучасна освіта в контексті нової української школи*: зб. тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 11–12 жовтня 2018 р. М-во освіти і науки України, Інститут післядипломної педагогічної освіти Чернівецької області. Чернівці, 2018. С. 62–64.

23. Новікова А. О. Дидактичні вимоги до конструювання системи прикладних задач як засобу формування умінь математичного моделювання. *Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи*: збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, 20–21 вересня 2019 р. / Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНУ імені К. Д. Ушинського» [та ін.]. Харків: Вид-во «Ранок», 2019. С. 106–108.

24. Новікова А. О., Чінчой О. О. Формування математичної компетентності учнів основної школи в позаурочній роботі. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки», НПУ імені М. П. Драгоманова*, м. Київ, 2020. С. 183–186. (*Особистий внесок здобувача: описано особливості та форми позаурочної роботи з математики, які забезпечують формування математичної компетентності*).

## АНОТАЦІЯ

**Новікова А. О. Формування в учнів основної школи умінь математичного моделювання у процесі навчання алгебри.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 «Теорія та методика навчання (математика)». – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, 2021.

У дисертаційній роботі досліджено проблему формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання в процесі навчання алгебри. У праці проаналізовано науково-педагогічні дослідження у яких розглянуто питання реалізації прикладної спрямованості курсу математики; уточнено зміст поняття «*прикладна спрямованість курсу математики*» та «*прикладна спрямованість шкільного курсу алгебри*»; запропоновано теоретично обґрунтовану та експериментально перевірену методику формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання. У дослідженні виокремлено *методи реалізації прикладної спрямованості навчання курсу алгебри* (математичне моделювання, навчальні проекти, практичні роботи та навчальна практика),

однак основним визнано метод математичного моделювання, тому *засобом реалізації прикладної спрямованості навчання курсу алгебри є система прикладних задач.*

Визначено дидактичну схему реалізації прикладної спрямованості навчання шкільного курсу алгебри; сформульовано дидактичні вимоги до прикладних задач (змістова валідність, відповідність дидактичним цілям, диференційовна реалізованість, узгодженість з видом математичної моделі, наявність фабули задачі, повнота даних), що сприяють формуванню вміння математичного моделювання; розроблено добірку прикладних задач для курсу алгебри основної школи; представлено етапи розв'язання прикладної задачі; запропоновано модель формування вміння математичного моделювання.

Ефективність запропонованої методики формування умінь математичного моделювання перевірено під час формувального експерименту. Результати, отримані в процесі дослідження, дають змогу стверджувати, що розроблена методика формування в учнів основної школи вміння математичного моделювання сприяє розвитку пізнавального інтересу; підвищенню мотивації учнів до навчання математики; поглибленню знань; засвоєнню алгоритму застосування математичного моделювання до розв'язання прикладних задач.

**Ключові слова:** прикладна спрямованість навчання шкільного курсу алгебри, математична модель, математичне моделювання, основна школа, прикладна задача, умінь здійснювати математичне моделювання.

## АННОТАЦІЯ

**Новикова А. А. Формирование в учащихся основной школы умений математического моделирования в процессе обучения алгебре.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 «Теория и методика обучения (математика)». – Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, Киев, 2021.

В диссертации изучена проблема формирования в учащихся основной школы умений математического моделирования в процессе обучения алгебре. В работе проанализированы научно-педагогические исследования, посвященные вопросу реализации прикладной направленности курса математики, скорригировано содержание понятия *«прикладная направленность курса математики»* и *«прикладная направленность школьного курса алгебры»*, предложена теоретически обоснованная и экспериментально проверенная методика формирования в учащихся основной школы умения математического моделирования. Установлено, что прикладная направленность школьного курса алгебры – это целенаправленная ориентация содержания, целей, методов, организационных форм и средств обучения математике на реализацию методологических и содержательных связей курса алгебры с практикой; формирование в учащихся математических умений и навыков при изучении алгебры, которые необходимы в повседневной жизни и будущей профессиональной деятельности. В исследовании рассмотрены *методы*

*реализации прикладной направленности обучения курса алгебры* (математическое моделирование, учебные проекты, практические работы и учебная практика), но основным является метод математического моделирования. Соответственно *средство реализации прикладной направленности обучения курса алгебры* – система прикладных задач.

*Научная новизна исследования* заключается в том, что определена дидактическая модель реализации прикладной направленности обучения школьного курса алгебры; предложены дидактические требования к прикладным задачам, которые способствуют формированию умения математического моделирования; к основным содержательным линиям разработана подборка прикладных задач для курса алгебры основной школы; определены этапы решения прикладной задачи (понимание задания, построение математической модели, работа с математической моделью задачи, интерпретация результата); разработана модель формирования умения математического моделирования.

В данном исследовании *система задач* – это совокупность отобранных и размещенных определенным образом задач, которые соответствуют поставленной цели, действуют как целое, взаимосвязь которых приводит к запланированному результату. Предложены требования к системе и отдельно к прикладным задачам (содержательная валидность, соответствие дидактическим целям, дифференциальная реализованность, заданность математической модели, сюжетная валидность, полнота данных).

Модель формирования в учащихся умений математического моделирования при изучении курса алгебры основной школы состоит из следующих компонентов: целевой (цель формирования умения, обеспечение мотивации); содержательный (наполненность учебного материала и индивидуально значимая деятельность; связь с содержательными линиями школьного курса алгебры); деятельностный (этапы организации деятельности учащихся, уровни формирования умений и их суть, которая характеризует соответственный уровень); контролирующий (диагностика по критериям формирования умений, определение уровня формирования умения математического моделирования).

Эффективность предложенной методики формирования умения математического моделирования проверена во время формирующего эксперимента. Результаты, полученные в ходе исследования, позволяют утверждать, что разработанная методика формирования в учащихся основной школы умения математического моделирования способствует развитию познавательного интереса; повышению мотивации учащихся к обучению математике; углублению знаний; овладению методом применения математического моделирования к решению прикладных задач.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что они могут быть использованы в учебном процессе и во внеурочной деятельности общеобразовательной школы с целью повышения уровня знаний и умений учащихся основной школы в процессе изучения курса алгебры.

**Ключевые слова:** прикладная направленность обучения школьного курса

алгебры, математическая модель, математическое моделирование, основная школа, прикладная задача, умение осуществлять математическое моделирование.

## SUMMARY

**Novikova A.O. Formation of skills of mathematical modelling in pupils of basic school in the process of teaching algebra.** - The manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Pedagogy: Speciality 13.00.02. theory and methodology of teaching (mathematics)/ National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, 2021.

The dissertation is dedicated to the problem of formation of skills of mathematical modelling in pupils of basic school in the process of teaching algebra. Scientific-pedagogical researches which deal with applied nature of mathematics course are analyzed, the essence of the notion «*applied nature of the course of mathematics*» and «*applied nature of the school course of algebra*» has been specified, theoretically grounded and experimentally verified methods of formation of mathematical modelling skills in pupils of basic school have been suggested. It has been found out that «*applied nature of the school course of algebra*» is meaningful orientation of content, purpose, methods, organization forms, and means of teaching mathematics on: formation of methodological and essential relations of algebra course with practice; formation in pupils of mathematical skills which are necessary for real life and future professional activity. There have been singled out the method of realization of *applied nature of the school course of algebra* (mathematical modelling, studying projects, practical works, training practice), but the main method is considered to be the method of mathematical modelling. Accordingly, the *means of realization of applied nature of the school course of algebra* is the system of applied problems.

The requirements to the applied problems system have been offered: content validity, correspondence to didactic aims, differentiating realization, sequence with a certain mathematical model; existence of content; fullness of data.

The model of formation of the mathematical modelling skill in pupils of basic school has been worked out. This model includes goal-oriented, content-related, activity approach, controlling components.

The effectiveness of the suggested methodology of mathematical modelling skill formation has been verified during forming experiment. The results of the research make it possible to claim that the elaborated methodology of mathematical modelling skill in pupils of basic school facilitates: development of perceptual interest; raising of pupils' motivation to learning mathematics, deepening of knowledge, mastering the algorithm of mathematical modelling usage for solving applied tasks.

**Key words:** applied nature of the course of algebra, mathematical model, mathematical modelling, basic school, applied task, the skill to perform mathematical modelling.



Підписано до друку 17.03.2021 р. Формат 60x84/16.  
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. №948

Надруковано ТОВ “ПОЛІМЕД-Сервіс”  
м. Кропивницький, вул. Гоголя, 95/46,  
тел.: (0522) 32-05-21; моб. тел.:096 371-99-57  
e-mail: polimed.kr@gmail.com