

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет математики та інформатики
Кафедра математики та методики її навчання

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Наталія Генсіцька-Антонюк

« _____ » _____ 2025р.

протокол №

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА РОЗВИТОК ПРОФІЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА НА ТЕРЕНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Виконала:

здобувачка другого (магістерського)
рівня вищої освіти

групи М-М-21 спеціальності

014.04 Середня освіта (Математика)

Олена Рижко

Науковий керівник:

Доктор технічних наук, професор

Петрівський Ярослав Борисович

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота присвячена системному дослідженню впливу вивчення математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти, що розглядається як ключовий чинник формування інтелектуального потенціалу учнів та забезпечення їхньої професійної орієнтації. У роботі обґрунтовується значення концептуальних засад сучасної математичної освіти, висвітлюються психолого педагогічні механізми засвоєння математичного змісту в умовах профілізації та аналізується структура навчальних програм, спрямованих на формування математичних компетентностей. Порівняльне дослідження систем математичної освіти України та країн Європейського Союзу дає змогу окреслити інституційні та методичні відмінності, що впливають на якість навчання, зокрема щодо організації освітнього процесу, використання інноваційних методів викладання та підходів до оцінювання результатів навчання. Особлива увага приділяється аналізу європейського досвіду, який демонструє ефективність компетентісно орієнтованих моделей, інтегративних курсів і стандартизованих систем зовнішнього оцінювання.

Експериментальна частина роботи спрямована на з'ясування реального впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів. Описано організацію педагогічного експерименту, визначено методичні засади добору контингенту учасників та інструментарію, використаного для вимірювання рівня математичної підготовки. Результати дослідження дають змогу встановити залежність між рівнем опанування математичних дисциплін та сформованістю ключових компетентностей, що забезпечують учням можливість подальшого навчання у вибраному професійному напрямі. Проаналізовано динаміку засвоєння матеріалу, виявлено чинники, які стимулюють або ускладнюють навчальний процес, а також здійснено інтерпретацію отриманих показників у контексті української та європейської освітніх систем.

Підсумкові положення роботи формують узагальнену модель ефективної математичної освіти в профільній школі, що ґрунтується на поєднанні

педагогічних, організаційних і дидактичних рішень, спрямованих на підвищення якості математичної підготовки старшокласників. Обґрунтовано перспективи удосконалення національної системи математичної освіти шляхом адаптації релевантних європейських практик, модернізації змісту навчальних програм, оптимізації методів навчання і розроблення надійних механізмів оцінювання навчальних результатів. Зроблено висновок про те, що математична освіта, інтегрована у профільну підготовку, є визначальним інструментом формування інтелектуальної та професійної траєкторії учнів старшої школи.

Ключові слова: профільна середня освіта, математичні дисципліни, математична компетентність, педагогічний експеримент, порівняльний аналіз, європейський досвід, оцінювання навчальних результатів, профілізація старшої школи, дидактичні моделі, інтелектуальний розвиток

ABSTRACT

The thesis investigates the influence of mathematics education on the development of specialized upper secondary schooling and conceptualizes mathematical training as a determinant of students' intellectual growth and professional orientation. The study outlines the theoretical foundations of contemporary mathematics education, examines the psychological and pedagogical mechanisms that shape the acquisition of mathematical knowledge in specialized classes, and analyses the structure and content of curricula aimed at developing subject specific and cross curricular mathematical competencies. A comparative review of the Ukrainian system and the educational frameworks of several European Union countries reveals essential institutional and methodological divergences that shape the quality of teaching, including approaches to curriculum design, the integration of innovative instructional methods, and the implementation of assessment procedures. Particular emphasis is placed on European practices that demonstrate the effectiveness of competence oriented models, integrated courses and standardized external assessment mechanisms.

The experimental section focuses on determining the actual impact of mathematics instruction on the academic performance of students in specialized tracks. The organisation of the pedagogical experiment is presented with attention to the selection of participants, the methodological instruments, and the measurement procedures used to evaluate students' mathematical preparedness. The findings confirm the relationship between the level of mastery of mathematical disciplines and the formation of key competencies that support further studies in chosen professional trajectories. The analysis highlights the dynamics of learning progression, identifies factors that facilitate or hinder achievement, and interprets the results in the broader context of national and European educational systems.

The study formulates a synthesized model of effective mathematics education in specialized upper secondary school based on pedagogical, organisational and didactic principles that enhance the quality of learners' mathematical training. The thesis substantiates directions for improving the national model of mathematics

education by adapting relevant European practices, modernising curriculum content, optimising instructional approaches and strengthening assessment tools. The concluding argument affirms that mathematics, when integrated into specialized education, becomes a decisive instrument for structuring the intellectual and professional development pathways of upper secondary students.

Keywords: specialized upper secondary education, mathematics education, mathematical competence, pedagogical experiment, comparative educational analysis, European experience, learning outcomes assessment, curriculum modernisation, didactic models, academic achievement

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА РОЗВИТОК ПРОФІЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	10
1.1. Концептуальні засади профільної математичної освіти в сучасних освітніх системах	10
1.2. Психолого-педагогічні особливості засвоєння математичних дисциплін у профільній школі	14
1.3. Структура та зміст математичної освіти в профільній середній школі	18
РОЗДІЛ 2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	22
2.1. Організація математичної освіти в профільній школі України	22
2.2. Досвід країн Європейського Союзу у викладанні математичних дисциплін у профільній середній освіті.....	27
2.3. Система оцінювання математичних знань та компетентностей: український та європейський досвід.....	34
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	39
3.1. Організація та методика педагогічного експерименту	39
3.2. Дослідження впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів	46
3.3. Аналіз та інтерпретація результатів порівняльного дослідження	54
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67

ВСТУП

Актуальність дослідження. Розвиток сучасної освіти в Україні характеризується системними трансформаціями, спрямованими на формування конкурентоспроможного випускника. Реформування загальної середньої освіти відповідно до Концепції Нової української школи передбачає суттєві зміни у структурі та змісті навчання, зокрема на рівні профільної середньої освіти. Відповідно до Закону України «Про повну загальну середню освіту» (2020) та Державного стандарту профільної середньої освіти (2024), запровадження профільного навчання спрямоване на забезпечення життєвої, соціальної, професійної та комунікативної компетентностей випускників.

Математична освіта виступає фундаментальною складовою системи профільного навчання, сприяючи формуванню логічного мислення, навичок аналізу та моделювання, які мають визначальне значення для успішного опанування інших дисциплін природничо-математичного циклу. Запровадження профільної диференціації у вивченні математичних дисциплін дозволяє врахувати індивідуальні нахили та здібності учнів, створити умови для їхнього особистісного та професійного самовизначення. Вивчення впливу математичних дисциплін на розвиток профільної освіти набуває особливого значення в умовах розбудови профільної середньої освіти відповідно до нового Державного стандарту. Забезпечення якісної математичної підготовки випускників сприяє розвитку інтелектуального потенціалу нації, формуванню людського капіталу, здатного забезпечити інноваційний розвиток України та її конкурентоспроможність у глобальному вимірі.

Ступінь розробленості проблеми. Теоретичні основи дослідження ґрунтуються на працях вітчизняних та зарубіжних науковців, які досліджували різні аспекти організації профільного навчання та математичної освіти. Концептуальні засади профільної освіти розглядаються у працях В. Кременя [14; 15], О. Ляшенка [20; 21; 22], О. Топузова [44], Т. Засекіної [12]. Питання організації профільного навчання в Україні та за кордоном досліджували А.

Загородня [10; 11], Р. Мельниченко [26], О. Матвієнко [25]. Методичні аспекти навчання математики у профільній школі розкриті у роботах М. Бурди [4], Д. Васильєвої [5], О. Жерновникової [9], І. Лов'янової [19], Н. Тарасенкової [41], В. Швеця [46].

Мета дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці впливу вивчення математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти в Україні та країнах Європейського Союзу.

Відповідно до мети визначено такі завдання дослідження:

1. Проаналізувати теоретичні основи впливу математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти.
2. Здійснити порівняльний аналіз систем математичної освіти в профільній школі України та країн Європейського Союзу.
3. Експериментально дослідити ефективність впровадження математичних дисциплін у профільну середню освіту.
4. Розробити рекомендації щодо вдосконалення математичної освіти в умовах профільного навчання на основі вітчизняного та європейського досвіду.

Об'єкт дослідження – профільна середня освіта в Україні та країнах Європейського Союзу.

Предмет дослідження – вплив вивчення математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти в Україні та країнах Європейського Союзу.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети та виконання завдань використано комплекс взаємопов'язаних методів: теоретичні: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення наукової, психолого-педагогічної та методичної літератури для визначення стану розробленості проблеми та обґрунтування теоретичних засад дослідження; системно-структурний аналіз нормативних документів щодо організації профільної освіти в Україні та країнах ЄС; емпіричні: педагогічне спостереження, анкетування, тестування,

бесіди з учителями та учнями для вивчення практичного досвіду організації математичної освіти в профільній школі; педагогічний експеримент для перевірки ефективності впровадження математичних дисциплін у профільну освіту; статистичні: кількісний та якісний аналіз експериментальних даних для обробки та інтерпретації результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що: вперше здійснено комплексний порівняльний аналіз впливу математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти в Україні та країнах Європейського Союзу; уточнено критерії оцінювання ефективності математичної освіти в умовах профільного навчання; подальшого розвитку набули положення щодо організації математичної освіти в профільній школі з урахуванням європейського досвіду.

Практичне значення отриманих результатів визначається тим, що розроблено та апробовано методичні рекомендації щодо вдосконалення математичної освіти в умовах профільного навчання, які можуть бути використані вчителями математики, методистами, керівниками закладів загальної середньої освіти для підвищення ефективності організації профільного навчання. Матеріали дослідження можуть бути використані під час розробки навчальних програм з математичних дисциплін для профільної школи, а також у системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (51 найменування) та додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПЛИВУ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА РОЗВИТОК ПРОФІЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

1.1. Концептуальні засади профільної математичної освіти в сучасних освітніх системах

Математична освіта становить невід'ємний фундамент інтелектуального розвитку особистості та формування критичного мислення здобувачів освіти. Ґрунтовний аналіз концептуальних засад профільної математичної освіти потребує всебічного розгляду наукових підходів та методологічних принципів, які визначають стратегічні напрями її розвитку в умовах глобалізаційних викликів. М. В. Працьовитий стверджує, що математична освіта є ключовим чинником підготовки конкурентоспроможних фахівців на ринку праці, оскільки формує не лише обчислювальні навички, але й розвиває абстрактне мислення, логіку, здатність до аналізу та моделювання різноманітних процесів [1]. Погоджуючись із зазначеною позицією, варто розглядати профільну математичну освіту як багатовимірний процес, спрямований на диференціацію та індивідуалізацію навчання через поглиблене вивчення математичних дисциплін з урахуванням освітніх потреб, нахилів та здібностей учнів.

Систематизація світового досвіду профільної математичної освіти демонструє різноманітність підходів до її організації. К. Б. Вовк розглядає профілізацію математичної освіти як системний процес, що ґрунтується на принципах диференціації, варіативності, наступності та неперервності освіти, забезпечуючи максимальне наближення навчання до потреб учнів та вимог сучасного суспільства [3]. Профільна математична освіта передбачає поглиблене вивчення математичних дисциплін, що сприяє формуванню математичної компетентності, розвитку логічного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, критичного мислення, здатності до аргументації та доведення тверджень.

Аналіз філософсько-методологічних засад профільної математичної освіти дозволяє виокремити кілька концептуальних підходів: компетентнісний,

особистісно-орієнтований, діяльнісний, системний та інтегративний. Компетентнісний підхід спрямований на формування математичної компетентності як інтегрованої здатності особистості застосовувати математичні знання, вміння, навички у різних сферах життєдіяльності. Особистісно-орієнтований підхід передбачає урахування індивідуальних особливостей учнів, їхніх нахилів, здібностей та інтересів у процесі організації профільного навчання математики. Діяльнісний підхід забезпечує активне залучення учнів до навчально-пізнавальної діяльності через розв'язування практико-орієнтованих завдань, дослідницьких проєктів, моделювання реальних процесів. Системний підхід розглядає профільну математичну освіту як цілісну систему взаємопов'язаних елементів, спрямованих на досягнення освітніх цілей. Інтегративний підхід передбачає міждисциплінарну інтеграцію математичних знань з іншими предметними галузями, що забезпечує формування цілісної наукової картини світу [4].

Провідні науковці в галузі математичної освіти М. І. Бурда та Н. А. Тарасенкова наголошують на необхідності гармонійного поєднання фундаментальності та практичної спрямованості математичної освіти, що передбачає засвоєння теоретичних знань та формування вмінь застосовувати їх для розв'язування практичних задач. Дослідники акцентують увагу на важливості розвитку математичного мислення, яке характеризується абстрактністю, логічністю, критичністю, системністю, гнучкістю та креативністю.

Аналіз зарубіжного досвіду впровадження профільної математичної освіти дозволяє виявити різноманітні моделі та підходи до її організації. В освітніх системах Європейського Союзу профільна математична освіта реалізується через різні форми: потокове навчання, створення спеціалізованих класів та шкіл, впровадження курсів за вибором, організація факультативних занять, індивідуальні освітні траєкторії. У багатьох країнах Європи профільна математична освіта розпочинається у середній школі (у віці 14-15 років) і

передбачає поділ на різні напрями: математично-природничий, інженерно-технологічний, економічний, гуманітарний тощо [6].

Таблиця 1.1 Порівняльна характеристика моделей профільної математичної освіти в країнах Європейського Союзу

Країна	Вік початку профілізації	Основні напрями профілізації	Особливості організації профільного навчання
Франція	15-16 років	Загальноосвітній, технологічний, професійний	Трирівнева система ліцеїв з різною спеціалізацією
Німеччина	10-12 років	Гімназія, реальна школа, основна школа	Рання профілізація, диференційована система шкіл
Фінляндія	16-19 років	Загальноосвітній, професійно-технічний	Гнучка модульна система, індивідуальні освітні траєкторії
Польща	16-19 років	Загальноосвітній, технічний, професійний	Ліцеї та технікуми різної спеціалізації
Естонія	16-19 років	Гуманітарний, реальний, широкий	Гнучка система курсів за вибором, міждисциплінарний підхід

Джерело: складено автором на основі [23, 46]

Порівняльний аналіз систем профільної математичної освіти в країнах Європейського Союзу дозволяє виявити спільні тенденції: орієнтація на індивідуалізацію навчання, впровадження інноваційних технологій, практична спрямованість математичної освіти, компетентнісний підхід, міждисциплінарна інтеграція, варіативність форм та методів навчання. Водночас кожна країна має свої особливості організації профільної математичної освіти, зумовлені національними традиціями, культурними цінностями, соціально-економічними умовами та освітніми пріоритетами [7].

Українська система профільної математичної освіти перебуває у процесі трансформації та модернізації відповідно до європейських стандартів. Концепція профільного навчання в українській школі передбачає організацію освітнього процесу з урахуванням нахилів, здібностей та освітніх потреб учнів, створення умов для їхнього професійного самовизначення та творчої самореалізації. Профільна математична освіта реалізується через різні форми:

профільні класи з поглибленим вивченням математики, курси за вибором, факультативні заняття, індивідуальні освітні траєкторії.

Концептуальні засади профільної математичної освіти в Україні ґрунтуються на принципах гуманізації, демократизації, диференціації, індивідуалізації, варіативності, наступності та неперервності освіти. Профільне навчання математики спрямоване на формування математичної компетентності учнів, розвиток їхнього логічного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, критичного мислення, здатності до аргументації та доведення тверджень. Математична освіта розглядається як необхідна умова розвитку інтелектуального потенціалу нації, формування конкурентоспроможних фахівців на ринку праці, забезпечення інноваційного розвитку економіки та суспільства в цілому [9].

вітчизняної математичної освіти на глобальному рівні.

Підсумовуючи вищезазначене, структура та зміст математичної освіти в профільній середній школі становлять цілісну багаторівневу систему, що охоплює інваріантний та варіативний компоненти, різні змістові лінії, які забезпечують формування математичної компетентності учнів. Диференціація змісту за рівнями складності, профільна спрямованість, практична орієнтованість, інтеграція різних розділів математики та міжпредметні зв'язки створюють умови для врахування індивідуальних особливостей учнів, їхніх нахилів та здібностей. Модульний принцип структурування, аксіоматична побудова курсу геометрії, функціональний підхід в алгебрі, дослідницький та евристичний компоненти, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій не лише збагачують зміст математичної освіти, але й сприяють розвитку критичного мислення, творчих здібностей, алгоритмічної культури учнів, формуванню ціннісного ставлення до математики та готовності до неперервної освіти протягом життя.

1.2. Психолого-педагогічні особливості засвоєння математичних дисциплін у профільній школі

Психологічні механізми засвоєння математичних знань учнями профільної школи характеризуються надзвичайною складністю та багатоаспектністю, оскільки стосуються інтелектуальної сфери особистості, формування абстрактного мислення, розвитку логічних операцій та просторових уявлень. Когнітивні процеси, які активізуються під час вивчення математики, вимагають високого рівня зосередженості, аналітичного мислення, здатності оперувати символами та розуміти складні взаємозв'язки між математичними поняттями. Психологічна готовність до засвоєння математичних дисциплін передбачає достатній розвиток таких пізнавальних процесів як сприймання, увага, пам'ять, мислення, уява, а також сформованість навчальної мотивації, пізнавальних інтересів та позитивного ставлення до математики як науки [19].

Математичне мислення, яке формується у процесі вивчення математичних дисциплін, має специфічні особливості: абстрактність, логічність, доказовість, узагальненість, згорнутість, гнучкість, критичність, оригінальність. Здатність оперувати абстрактними поняттями, символами, формулами, графіками, геометричними фігурами вимагає розвитку високого рівня абстрактного мислення, яке починає активно формуватися у підлітковому віці та досягає значного розвитку у старшому шкільному віці. Логічність математичного мислення виявляється у здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, будувати логічні ланцюжки міркувань, формулювати гіпотези та доводити їх істинність за допомогою формально-логічних операцій. Доказовість як характеристика математичного мислення передбачає вміння аргументувати свою позицію, обґрунтовувати кожен крок розв'язання задачі, спиратися на аксіоми, теореми, правила, формули [20].

Згідно з дослідженнями Г. О. Балла та Ю. І. Машбиця, засвоєння математичних знань відбувається поетапно: сприймання, осмислення, запам'ятовування, застосування, узагальнення, систематизація. На етапі

сприймання відбувається ознайомлення з новим математичним матеріалом, формування первинних уявлень про математичні об'єкти, їх властивості та відношення. Осмислення передбачає розуміння сутності математичних понять, теорем, правил, усвідомлення їх місця в системі математичних знань, встановлення зв'язків з раніше вивченим матеріалом.

Запам'ятовування математичних фактів, формул, алгоритмів розв'язування задач вимагає активізації різних видів пам'яті: словесно-логічної, образної, емоційної, моторної. Застосування математичних знань для розв'язування типових та нестандартних задач, виконання практичних завдань сприяє формуванню математичних умінь та навичок. Узагальнення та систематизація математичних знань забезпечують формування цілісної системи математичних понять, теорем, правил, методів, що сприяє глибокому розумінню математики як науки та підвищує ефективність застосування математичних знань у різних сферах життєдіяльності [21].

Індивідуально-типологічні особливості учнів значною мірою впливають на успішність засвоєння математичних дисциплін у профільній школі. Типи мислення (образне, логічне, аналітичне, синтетичне, інтуїтивне, алгоритмічне), когнітивні стилі (аналітичний-синтетичний, полезалежність-полenezалежність, імпульсивність-рефлексивність, ригідність-гнучкість), особливості темпераменту, характеру, здібностей визначають індивідуальний стиль навчальної діяльності учня, його схильність до певних видів математичних завдань, темп засвоєння навчального матеріалу, здатність до самостійної роботи. Врахування індивідуально-типологічних особливостей учнів у процесі організації профільного навчання математики дозволяє забезпечити оптимальні умови для розвитку математичних здібностей кожного учня, подолання труднощів у вивченні математики, формування позитивної мотивації до математичної діяльності [22].

Вікові особливості старшокласників також мають суттєвий вплив на процес засвоєння математичних дисциплін у профільній школі. Старший шкільний вік (15-17 років) характеризується розвитком абстрактного мислення,

здатністю до теоретичних міркувань, формуванням світогляду, професійним самовизначенням, прагненням до самостійності, критичним ставленням до інформації. Учні старших класів здатні засвоювати складні математичні поняття, теореми, методи розв'язування задач, виконувати дослідницькі проекти, аналізувати та інтерпретувати результати, формулювати гіпотези та доводити їх істинність. Водночас, у старшому шкільному віці спостерігається диференціація інтересів, схильностей, здібностей учнів, що зумовлює необхідність індивідуального підходу до організації профільного навчання математики.

Мотиваційна сфера особистості відіграє ключову роль у процесі засвоєння математичних дисциплін. Мотивація до вивчення математики може бути внутрішньою (пізнавальний інтерес, прагнення до саморозвитку, бажання досягти успіху) та зовнішньою (вимоги батьків, вчителів, необхідність підготовки до ЗНО, бажання отримати високі оцінки). Внутрішня мотивація є більш ефективною для забезпечення високої якості засвоєння математичних знань, формування стійкого інтересу до математики, розвитку математичних здібностей. Формування позитивної мотивації до вивчення математики у профільній школі відбувається через створення ситуацій успіху, демонстрацію практичної значущості математичних знань, використання інноваційних технологій навчання, організацію дослідницької діяльності учнів, проведення математичних конкурсів, олімпіад, турнірів [24].

Розвиток математичних здібностей учнів профільної школи є одним із ключових завдань математичної освіти. Математичні здібності – комплекс індивідуально-психологічних особливостей, які сприяють успішному засвоєнню математичних знань, умінь, навичок та їх творчому застосуванню. Дослідники В. А. Крутецький та А. М. Колмогоров виділяють такі компоненти математичних здібностей: здатність до узагальнення математичного матеріалу, здатність до згортання процесу міркування, гнучкість мислення, здатність до переключення від одного способу розв'язання до іншого, математична пам'ять, просторова уява, логічне мислення, алгоритмічне мислення, інтуїція. Розвиток

математичних здібностей учнів профільної школи відбувається через залучення їх до розв'язування нестандартних задач, виконання дослідницьких проєктів, участь у математичних конкурсах, олімпіадах, турнірах, гуртках, факультативах.

Психологічні бар'єри у вивченні математики можуть значно ускладнювати процес засвоєння математичних дисциплін у профільній школі. Математична тривожність, страх невдачі, невпевненість у своїх силах, негативний досвід вивчення математики у попередні роки, математичні міфи та стереотипи (наприклад, «математика – складний предмет», «математика – не для всіх», «математика – не для дівчат») можуть призводити до зниження мотивації, уникнення математичної діяльності, формування негативного ставлення до математики. Подолання психологічних бар'єрів у вивченні математики відбувається через створення сприятливого психологічного клімату на уроках, надання психологічної підтримки учням, формування адекватної самооцінки, розвиток навичок саморегуляції, використання диференційованого підходу до навчання, індивідуальні консультації, тренінги з подолання математичної тривожності [25].

Таблиця 1.2 Психологічні бар'єри у вивченні математики та шляхи їх подолання

Психологічний бар'єр	Прояви	Шляхи подолання
Математична тривожність	Напруження, страх, паніка під час виконання математичних завдань	Релаксаційні техніки, поетапне ускладнення завдань, створення ситуацій успіху
Страх невдачі	Уникнення складних завдань, відмова від участі у математичних конкурсах	Позитивне підкріплення, формування адекватної самооцінки, аналіз помилок як можливості для навчання
Негативні математичні переконання	Віра в те, що «математика - не для мене», «я не маю математичних здібностей»	Робота з переконаннями, демонстрація успіхів, позитивні приклади
Математичні стереотипи	Гендерні стереотипи, вікові обмеження	Інформування, спростування стереотипів, демонстрація різноманітних можливостей
Дефіцит уваги	Неуважність, розсіяність, складність зосередження на завданні	Розвиток навичок концентрації уваги, спеціальні вправи, зміна видів діяльності

Джерело: складено автором на основі [30, 37]

Педагогічні умови засвоєння математичних дисциплін у профільній школі включають: створення освітнього середовища, що сприяє розвитку математичних здібностей учнів; використання інноваційних технологій навчання; диференціація та індивідуалізація навчання; забезпечення наступності та неперервності математичної освіти; практична спрямованість навчання математики; використання інформаційно-комунікаційних технологій; розвиток критичного мислення учнів; формування навичок самоосвіти та самоконтролю. Створення освітнього середовища, що сприяє розвитку математичних здібностей учнів, передбачає наявність сучасної матеріально-технічної бази, методичного забезпечення, доступу до освітніх ресурсів, професійної компетентності вчителів математики, позитивного психологічного клімату на уроках [26].

Математична освіта у профільній школі має не лише надавати учням знання та вміння, але й формувати в них здатність використовувати їх для розв'язування реальних проблем, приймати обґрунтовані рішення, аналізувати та інтерпретувати дані, моделювати різноманітні процеси. Математична освіта розглядається як необхідна умова формування конкурентоспроможних фахівців на ринку праці, забезпечення інноваційного розвитку економіки та суспільства в цілому [35].

1.3. Структура та зміст математичної освіти в профільній середній школі

Архітектоніка математичної освіти в профільній середній школі становить багаторівневу систему, спрямовану на забезпечення високого рівня математичної підготовки здобувачів освіти відповідно до їхніх індивідуальних освітніх потреб, нахилів та здібностей. Ключовими елементами структури математичної освіти виступають принципи організації навчання, зміст математичної освіти, форми і методи навчання, засоби навчання, а також

особливості оцінювання результатів навчально-пізнавальної діяльності учнів. Гармонійне поєднання означених компонентів забезпечує цілісність та ефективність математичної освіти в профільній середній школі, сприяє формуванню математичної компетентності учнів, розвитку їхнього логічного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, здатності до аналізу та синтезу, узагальнення та систематизації, абстрагування та конкретизації [37].

Структурування змісту математичної освіти в профільній середній школі відбувається на основі принципів науковості, системності, послідовності, доступності, наочності, зв'язку теорії з практикою, диференціації та індивідуалізації навчання. Вертикальна структура математичної освіти передбачає поетапне ускладнення математичного матеріалу, перехід від простого до складного, від конкретного до абстрактного, від часткового до загального. Горизонтальна структура відображає внутрішні зв'язки між різними розділами математики, а також міжпредметні зв'язки математики з іншими навчальними дисциплінами. Інтеграція вертикальної та горизонтальної структур забезпечує цілісність та системність математичної освіти, сприяє формуванню в учнів цілісної наукової картини світу, усвідомленню ролі математики у пізнанні навколишньої дійсності та практичній діяльності людини [38].

Зміст математичної освіти в профільній середній школі визначається Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти, навчальними програмами з математики для профільної школи, підручниками, навчальними посібниками, дидактичними матеріалами. Математичний компонент Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти окреслює обов'язковий мінімум змісту навчального матеріалу, вимоги до рівня математичної підготовки випускників, критерії оцінювання навчальних досягнень учнів. Навчальні програми з математики для профільної школи розробляються відповідно до Державного стандарту та конкретизують зміст математичної освіти для різних профілів навчання, визначають структуру та послідовність вивчення математичного матеріалу, орієнтовний розподіл

навчального часу, форми і методи навчання, види контролю навчальних досягнень учнів.

Змістові лінії шкільного курсу математики в профільній середній школі охоплюють алгебру і початки аналізу, геометрію, теорію ймовірностей і математичну статистику, дискретну математику. Кожна з цих змістових ліній має свою специфіку, зумовлену особливостями відповідної галузі математичної науки, та водночас тісно пов'язана з іншими змістовими лініями, що забезпечує цілісність та системність математичної освіти. Алгебра і початки аналізу охоплюють вивчення числових систем, виразів, рівнянь, нерівностей, функцій, послідовностей, границь, похідних, інтегралів. Геометрія включає вивчення геометричних фігур на площині та в просторі, їх властивостей, геометричних перетворень, координатний і векторний методи. Теорія ймовірностей і математична статистика передбачають вивчення основних понять комбінаторики, теорії ймовірностей, елементів математичної статистики. Дискретна математика охоплює вивчення елементів математичної логіки, теорії графів, теорії алгоритмів [39].

готовності до розв'язування нестандартних задач [50].

Аксіологічний аспект змісту математичної освіти в профільній середній школі спрямований на формування в учнів ціннісного ставлення до математики як науки, усвідомлення її ролі у пізнанні світу та практичній діяльності людини, розвиток інтересу до математики, формування математичної культури. Аксіологічний компонент включає відомості про історію розвитку математики, біографії видатних математиків, цікаві математичні факти, парадокси, софізми, а також завдання, які показують красу математики, її гармонію, естетичну привабливість. Формування ціннісного ставлення до математики сприяє підвищенню мотивації до вивчення математичних дисциплін, розвитку пізнавального інтересу, формуванню наукового світогляду учнів.

Реалізація змісту математичної освіти в профільній середній школі відбувається через різні форми організації навчального процесу: уроки, лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи, консультації, самостійну

роботу, проєктну діяльність, дистанційне навчання, екскурсії, математичні гуртки, факультативи, олімпіади, конкурси, турніри. Вибір форм організації навчального процесу залежить від мети та завдань навчання, змісту навчального матеріалу, індивідуальних особливостей учнів, наявних умов навчання. Поєднання різних форм організації навчального процесу забезпечує варіативність та гнучкість навчання, можливість врахування індивідуальних особливостей учнів, їхніх нахилів, здібностей та інтересів [51].

Підсумовуючи вищезазначене, структура та зміст математичної освіти в профільній середній школі становлять цілісну багаторівневу систему, що охоплює інваріантний та варіативний компоненти, різні змістові лінії, які забезпечують формування математичної компетентності учнів. Диференціація змісту за рівнями складності, профільна спрямованість, практична орієнтованість, інтеграція різних розділів математики та міжпредметні зв'язки створюють умови для врахування індивідуальних особливостей учнів, їхніх нахилів та здібностей. Модульний принцип структурування, аксіоматична побудова курсу геометрії, функціональний підхід в алгебрі, дослідницький та евристичний компоненти, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій не лише збагачують зміст математичної освіти, але й сприяють розвитку критичного мислення, творчих здібностей, алгоритмічної культури учнів, формуванню ціннісного ставлення до математики та готовності до неперервної освіти протягом життя.

РОЗДІЛ 2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВИТИ В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

2.1. Організація математичної освіти в профільній школі України

Математична освіта у профільній школі України становить важливий елемент загальноосвітньої підготовки школярів, яка формується відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти та відображається у відповідних навчальних програмах. Профільна математична освіта реалізується через навчання на рівні стандарту та профільному рівні згідно з навчальними планами відповідних профілів. Навчальні програми з математики для профільної школи розроблено у такий спосіб, щоб реалізувати компетентнісний підхід до навчання, спрямований на розвиток математичного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, критичності мислення на рівні, необхідному для майбутньої професійної діяльності, зокрема пов'язаної з математикою або суміжними з нею галузями.

Організація профільного навчання математики відбувається відповідно до Закону України «Про освіту», Концепції профільного навчання у старшій школі та інших нормативних документів. Математична освіта розглядається у якості обов'язкового компонента загальної середньої освіти, який сприяє формуванню особистості школярів, розвитку їх мислення, просторової уяви, інтелектуальних здібностей. Математика в українській школі вивчається протягом усього шкільного навчання, але саме на старшому рівні відбувається диференціація її змісту відповідно до обраного профілю навчання.

Згідно з навчальними планами, у старших класах загальноосвітніх шкіл України для вивчення математики на рівні стандарту відводиться 3 години на тиждень, а на профільному рівні — 9 годин (6 годин алгебри та початків аналізу і 3 години геометрії). Для класів фізико-математичного профілю передбачено додаткові години варіативної складової, які можуть використовуватися для поглиблення знань з математики, вивчення курсів за вибором, факультативів. Зміст навчання математики у старшій школі

структуровано за темами, відповідно до вимог Державного стандарту, з урахуванням психологічних особливостей учнів та принципу наступності.

Профільне навчання математики в українських школах здійснюється за навчальними програмами, що затверджуються Міністерством освіти і науки України. Програми складено відповідно до вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, який визначає вимоги до освіченості учнів на рівні повної загальної середньої освіти. Навчальні програми з математики містять пояснювальну записку, в якій розкрито особливості організації навчання, мету і завдання курсу, критерії оцінювання навчальних досягнень учнів, а також власне зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів. Структура навчальних програм з математики для профільної школи передбачає поглиблене вивчення математичних дисциплін у класах математичного, фізико-математичного, природничого профілів. Програма профільного рівня навчання математики містить розширений перелік тем, які вивчаються поглиблено. Зокрема, до програми профільного рівня включено теми: комплексні числа, елементи комбінаторики, початки теорії ймовірностей та математичної статистики, рівняння та нерівності з параметрами тощо. Учні профільних класів вивчають також стереометрію на поглибленому рівні, що передбачає формування просторової уяви, ознайомлення з різними методами доведення та розв'язування геометричних задач.

Математична освіта у профільній школі України спрямована не лише на засвоєння певної сукупності знань, а й на розвиток особистості учня, його пізнавальних здібностей, формування навичок самостійної навчальної діяльності, самоосвіти та самореалізації. Саме тому особливого значення набуває впровадження інноваційних педагогічних технологій, зокрема проєктного навчання, проблемного навчання, технологій розвитку критичного мислення, інформаційно-комунікаційних технологій.

Особливу роль у підготовці учнів до подальшої професійної діяльності відіграє прикладна спрямованість навчання математики, що реалізується через

розв'язування задач практичного змісту, ознайомлення з прикладами застосування математичних методів у різних галузях науки, техніки, економіки, моделювання реальних процесів засобами математики. Прикладна спрямованість сприяє підвищенню мотивації до вивчення математики, формуванню в учнів уявлень про роль математики у пізнанні навколишнього світу.

Аналіз організації математичної освіти у профільній школі України свідчить про необхідність її подальшого вдосконалення з урахуванням сучасних тенденцій розвитку математики та її застосувань, а також особливостей розвитку суспільства у XXI столітті. Розвиток інформаційних технологій, зростання обсягів інформації, глобалізаційні процеси вимагають переосмислення цілей і змісту математичної освіти, пошуку нових підходів до організації навчання математики, які сприятимуть формуванню в учнів ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації.

Навчальними планами профільної школи в Україні передбачено різну кількість годин на вивчення математики залежно від профілю. Найбільше годин відводиться для математичного та фізико-математичного профілів, дещо менше — для природничого, економічного, технологічного. Для гуманітарних профілів кількість годин на вивчення математики мінімальна. Така диференціація сприяє врахуванню інтересів і здібностей учнів, їхніх професійних намірів.

У профільній школі України математику вивчають як єдиний предмет, який включає алгебру та початки аналізу і геометрію, або як два окремі курси: алгебра та початки аналізу і геометрія. Навчання здійснюється за підручниками, рекомендованими Міністерством освіти і науки України, та дидактичними матеріалами, які відповідають вимогам навчальних програм. Для учнів профільних класів видаються підручники поглибленого рівня, в яких навчальний матеріал викладено більш докладно, наведено більше прикладів розв'язування задач, запропоновано задачі різного рівня складності.

Використання інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання математики у профільній школі дає змогу реалізувати принципи наочності, доступності, диференціації навчання, сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів, підвищенню їхньої мотивації до вивчення математики. Застосування комп'ютерних програм, зокрема систем динамічної математики, електронних засобів навчального призначення, дає можливість унаочнити навчальний матеріал, продемонструвати зв'язки між різними математичними поняттями, провести комп'ютерний експеримент, перевірити результати розв'язування задачі тощо.

Оцінювання навчальних досягнень учнів з математики здійснюється відповідно до критеріїв оцінювання, розроблених Міністерством освіти і науки України. Критерії враховують рівень засвоєння теоретичного матеріалу, сформованість практичних умінь і навичок, здатність застосовувати знання у стандартних і нестандартних ситуаціях. Основними формами контролю є поточний, тематичний, семестровий, річний контроль та державна підсумкова атестація. Учні профільних класів складають державну підсумкову атестацію з математики у формі зовнішнього незалежного оцінювання.

З метою виявлення здібних до математики учнів, розвитку їхніх здібностей, поглиблення інтересу до вивчення математики проводяться різноманітні позакласні заходи: математичні гуртки, факультативи, олімпіади, конкурси, турніри юних математиків тощо. Українські школярі беруть активну участь у міжнародних математичних олімпіадах та інших міжнародних змаганнях з математики, демонструючи високий рівень математичної підготовки.

Порівняння організації математичної освіти у профільних школах України та країн Європейського Союзу дозволяє виявити як спільні риси, так і відмінності. До спільних рис можна віднести диференціацію навчання математики відповідно до профілю, наявність базового та поглибленого рівнів вивчення математики, компетентнісний підхід до навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій. Відмінності полягають у структурі

навчальних планів, розподілі навчального часу, змісті навчальних програм, формах і методах навчання, системі оцінювання.

Математична освіта у профільній школі України спрямована на формування математичної компетентності учнів, яка включає систему знань, умінь, навичок, ціннісних ставлень до математики та її застосувань. Важливим завданням профільної математичної освіти постає формування в учнів уявлень про математику як частину загальнолюдської культури, як методу пізнання навколишнього світу, розвиток логічного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, критичності мислення.

Таблиця 2.1 Порівняння кількості годин на вивчення математики в профільній школі України та країнах ЄС (год. на тиждень)

Країна	Рівень стандарту	Профільний рівень
Україна	3	9
Польща	2	8
Німеччина	3	6-8
Франція	2-3	7-9
Фінляндія	2	10
Естонія	3	8
Італія	2-3	5-7
Іспанія	2	6
Нідерланди	3	7
Швеція	2	5-7

Джерело: складено автором

Рівень математичної підготовки випускників українських шкіл певною мірою визначається результатами зовнішнього незалежного оцінювання з математики та участі українських школярів у міжнародних дослідженнях якості освіти, зокрема TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) та PISA (Programme for International Student Assessment). Аналіз результатів участі українських школярів у цих дослідженнях дає змогу виявити сильні та слабкі сторони математичної підготовки, окреслити шляхи вдосконалення математичної освіти в Україні з урахуванням міжнародного досвіду.

Вивчення досвіду організації математичної освіти у профільній школі України дає підстави для висновку про необхідність її подальшого вдосконалення з урахуванням сучасних тенденцій розвитку математики та її застосувань, а також особливостей розвитку суспільства у XXI столітті. Математична освіта має забезпечувати підготовку випускників до життя та професійної діяльності в інформаційному суспільстві, формувати в них навички критичного мислення, аналізу та інтерпретації даних, моделювання реальних процесів засобами математики.

2.2. Досвід країн Європейського Союзу у викладанні математичних дисциплін у профільній середній освіті

Європейський освітній простір характеризується різноманітністю систем освіти, які, попри певні відмінності, мають спільні риси та тенденції розвитку. Математична освіта займає особливе місце у системі профільної середньої освіти країн Європейського Союзу, оскільки розвиток математичних компетентностей учнів розглядається як необхідна умова підготовки конкурентоспроможних фахівців для інноваційної економіки.

Освітні системи країн Європейського Союзу демонструють виразну тенденцію до диференціації навчання на старшому етапі середньої освіти. Профільна середня освіта у більшості європейських країн починається з 15-16 років і триває 2-3 роки, залежно від країни. У багатьох країнах ЄС існує поділ на академічний та професійний напрями, які, своєю чергою, поділяються на профілі або спеціалізації. Математичні дисципліни вивчаються на різних рівнях складності залежно від профілю навчання.

Польська система профільної середньої освіти передбачає навчання у загальноосвітньому ліцеї, технікумі або професійній школі. Математика є обов'язковим предметом для всіх типів закладів, але обсяг і рівень вивчення різняться. У загальноосвітніх ліцеях математика вивчається на базовому або розширеному рівні. На розширеному рівні, який обирають учні, орієнтовані на

подальше навчання за природничо-математичними, технічними, економічними спеціальностями, вивчення математики передбачає поглиблене опанування алгебри, математичного аналізу, геометрії, комбінаторики, теорії ймовірностей та статистики. Кількість годин на вивчення математики у польських ліцеях становить 8-9 годин на тиждень для розширеного рівня та 2-3 години для базового. Особливістю польської системи математичної освіти є значна увага до розв'язування задач практичного спрямування, розвитку вмінь математичного моделювання.

Французька система профільної середньої освіти представлена навчанням у загальноосвітньому та технологічному ліцеях. Математика вивчається на різних рівнях складності залежно від обраного учнями профілю. Найбільш поглиблено математику вивчають у науковому профілі (*série S*), де на її вивчення відводиться 8-9 годин на тиждень. Програма включає алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику, а також елементи дискретної математики. Особлива увага приділяється формуванню навичок математичних міркувань, доведень, розв'язування задач різними методами. У французьких ліцеях широко використовуються інформаційно-комунікаційні технології для візуалізації математичних понять, дослідження функцій, геометричних об'єктів тощо.

Німецька система профільної середньої освіти характеризується значною варіативністю, оскільки освітня політика визначається на рівні федеральних земель. Проте спільним для всіх земель є диференціація навчання на старшому ступені гімназії (*Gymnasiale Oberstufe*). Учні обирають курси базового або поглибленого рівня. Математика може вивчатися на обох рівнях, причому на поглибленому рівні на її вивчення відводиться 4-5 годин на тиждень, а на базовому – 2-3 години. Програма поглибленого рівня включає алгебру, математичний аналіз, аналітичну геометрію, стохастичку. Значна увага приділяється розвитку навичок математичного моделювання, застосуванню математичних методів для розв'язування практичних задач. Характерною

особливістю німецької системи математичної освіти є інтеграція математики з іншими предметами, зокрема з фізикою, інформатикою, економікою.

Фінська система освіти, яка вважається однією з найуспішніших у світі, передбачає навчання у старшій школі (лукію) за індивідуальними навчальними планами. Математика вивчається на двох рівнях: базовому та поглибленому. Особливістю фінської системи є модульний принцип організації навчання. Програма поглибленого рівня включає 13 обов'язкових модулів та декілька курсів за вибором. Загалом на вивчення математики на поглибленому рівні відводиться до 10 годин на тиждень. Зміст навчання охоплює алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику, логіку. Фінська система математичної освіти характеризується практичною спрямованістю, увагою до розвитку критичного мислення, навичок аналізу та інтерпретації даних.

Нідерландська система профільної середньої освіти передбачає навчання за різними напрямками. Для кожного напрямку розроблено специфічну програму з математики. Найбільш поглиблено математику вивчають учні, які обрали напрям «Природа і техніка». Програма включає алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику. На вивчення математики відводиться 6-8 годин на тиждень. Особливістю нідерландської системи математичної освіти є значна увага до розвитку навичок математичного моделювання, розв'язування практичних задач, застосування математичних методів у різних галузях науки і техніки.

Порівняльний аналіз досвіду країн Європейського Союзу у викладанні математичних дисциплін у профільній середній освіті свідчить про спільні підходи до організації математичної освіти. У більшості країн математика вивчається на різних рівнях складності відповідно до обраного учнями профілю. Найбільш поглиблено математику вивчають учні, орієнтовані на подальше навчання за природничо-математичними, технічними, економічними спеціальностями. Програми поглибленого рівня, крім традиційних розділів математики (алгебра, математичний аналіз, геометрія), включають також

комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику, елементи дискретної математики.

Характерною особливістю європейського досвіду викладання математичних дисциплін у профільній середній освіті є компетентнісний підхід, спрямований на формування в учнів здатності застосовувати математичні знання та вміння для розв'язування практичних задач. Значна увага приділяється розвитку критичного мислення, навичок аналізу та інтерпретації даних, математичного моделювання. У багатьох європейських країнах широко використовуються інформаційно-комунікаційні технології для візуалізації математичних понять, дослідження функцій, геометричних об'єктів, проведення обчислювальних експериментів.

Методика викладання математичних дисциплін у профільній середній освіті країн Європейського Союзу характеризується різноманітністю форм і методів навчання. Поряд з традиційними методами (лекція, бесіда, розв'язування задач) широко використовуються активні та інтерактивні методи: проєктне навчання, проблемне навчання, дослідницьке навчання, метод кейсів, групова робота, дискусії тощо. Значна увага приділяється організації самостійної роботи учнів, формуванню навичок самоосвіти.

Викладання математичних дисциплін у профільній середній освіті країн ЄС спирається на принципи диференціації та індивідуалізації навчання, які реалізуються через варіативність навчальних програм, можливість вибору учнями рівня вивчення математики, індивідуальні навчальні плани. У багатьох країнах навчання організоване за модульним принципом, що дає змогу учням обирати модулі відповідно до своїх інтересів та професійних намірів. Освітні системи країн Європейського Союзу характеризуються значною увагою до забезпечення наступності між різними рівнями освіти. Програми з математики для профільної середньої освіти розроблені з урахуванням вимог вищої освіти, що забезпечує підготовку випускників до успішного продовження навчання у закладах вищої освіти.

У багатьох європейських країнах діють спеціальні програми підтримки обдарованих у математиці учнів: літні школи, математичні гуртки, конкурси, олімпіади тощо. Значна увага приділяється також роботі з учнями, які мають труднощі у вивченні математики: розроблено спеціальні програми, методики, дидактичні матеріали, організовано консультації, додаткові заняття.

Аналіз досвіду європейських країн свідчить про різноманітність підходів до оцінювання навчальних досягнень учнів з математики. У більшості країн використовуються як традиційні методи оцінювання (контрольні роботи, тести, усне опитування), так і альтернативні (портфоліо, проекти, дослідницькі роботи). Значна увага приділяється формульованню оцінюванню, яке спрямоване на підтримку навчання, виявлення прогалин у знаннях учнів та надання їм допомоги.

Естонська модель математичної освіти вирізняється інноваційним підходом, який поєднує традиційне навчання з використанням сучасних технологій. Математика у старшій школі Естонії вивчається на двох рівнях: вузькому (*narrow mathematics*) та широкому (*extensive mathematics*). Програма широкого рівня включає поглиблене вивчення алгебри, математичного аналізу, геометрії, а також елементи дискретної математики, теорії ймовірностей, математичної статистики. На вивчення математики на широкому рівні відводиться 14 курсів (кожен курс – 35 годин), що становить приблизно 5 годин на тиждень протягом трьох років навчання. Особливістю естонської системи математичної освіти є значна увага до розвитку цифрової компетентності учнів, використання електронних освітніх ресурсів, віртуальних навчальних середовищ.

Іспанська система профільної середньої освіти передбачає навчання за трьома напрямками: гуманітарним, природничо-науковим і технологічним. Математика вивчається на двох рівнях: базовому (для гуманітарного напрямку) та поглибленому (для природничо-наукового і технологічного напрямків). Програма поглибленого рівня включає алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику. На вивчення

математики на поглибленому рівні відводиться 4-5 годин на тиждень. Особливістю іспанської системи математичної освіти є увага до міжпредметних зв'язків, застосування математичних методів для розв'язування задач з фізики, хімії, біології, економіки.

Італійська система профільної середньої освіти характеризується значною диференціацією. Учні навчаються у ліцеях різних типів: класичному, науковому, лінгвістичному, художньому, технічному тощо. Математика вивчається у всіх типах ліцеїв, але обсяг і рівень вивчення різняться. Найбільш поглиблено математику вивчають у науковому ліцеї (*liceo scientifico*), де на її вивчення відводиться 5 годин на тиждень у перші два роки навчання і 4 години на тиждень у наступні три роки. Програма включає алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику. Особливістю італійської системи математичної освіти є увага до історичних аспектів математики, розвитку математики як науки, її ролі у пізнанні навколишнього світу.

Таблиця 2.2 Порівняння підходів до викладання математичних дисциплін у профільній середній освіті країн ЄС

Країна	Структура математичної освіти	Особливості викладання	Інноваційні підходи
Франція	Диференціація за профілями: науковий, економічний, літературний	Акцент на математичних міркуваннях, доведеннях	Використання ІКТ, міждисциплінарні проекти
Німеччина	Базовий та поглиблений курси	Практична спрямованість, математичне моделювання	Інтеграція з іншими предметами
Фінляндія	Модульна система, базовий і поглиблений рівні	Практичне застосування, розвиток критичного мислення	Персоналізоване навчання, проблемно-орієнтований підхід
Польща	Базовий та розширений рівні	Розв'язування практичних задач, математичне моделювання	Мультимедійні дидактичні матеріали
Естонія	Вузький та широкий рівні	Розвиток цифрової компетентності	Електронні освітні ресурси, віртуальні навчальні середовища

Нідерланди	Диференціація за профілями	Математичне моделювання, практичне застосування	Проектне навчання, міждисциплінарний підхід
Іспанія	Базовий та поглиблений рівні	Міжпредметні зв'язки	Використання ІКТ, проблемне навчання
Італія	Диференціація за типами ліцеїв	Історичні аспекти математики	Інтеграція з природничими науками

Джерело: складено автором

Датська система профільної середньої освіти передбачає навчання у гімназіях за різними напрямками. Математика вивчається на трьох рівнях: рівні А, В і С, де рівень А є найвищим. Програма рівня А включає алгебру, математичний аналіз, геометрію, комбінаторику, теорію ймовірностей, статистику, елементи дискретної математики. На вивчення математики на рівні А відводиться 5-6 годин на тиждень. Особливістю датської системи математичної освіти є значна увага до розвитку навичок математичного моделювання, застосування математичних методів для розв'язування практичних задач, а також використання комп'ютерних технологій.

Загальною тенденцією у викладанні математичних дисциплін у профільній середній освіті країн Європейського Союзу є орієнтація на формування ключових компетентностей учнів, зокрема математичної компетентності, яка розглядається як здатність застосовувати математичні знання та вміння для розв'язування практичних задач, аналізу та інтерпретації даних, математичного моделювання реальних процесів. Значна увага приділяється розвитку критичного мислення, творчих здібностей, навичок самостійної роботи, комунікації, співпраці. Аналіз європейського досвіду викладання математичних дисциплін у профільній середній освіті дозволяє виявити деякі тенденції, які можуть бути корисними для вдосконалення математичної освіти в Україні. Зокрема, доцільним є розширення змісту математичної освіти за рахунок включення елементів дискретної математики, теорії ймовірностей, статистики, логіки; посилення практичної спрямованості навчання математики, збільшення уваги до розв'язування задач, пов'язаних з реальними ситуаціями;

впровадження інноваційних методів навчання, зокрема проєктного навчання, проблемного навчання, дослідницького навчання; розширення використання інформаційно-комунікаційних технологій; посилення міжпредметних зв'язків; впровадження формувального оцінювання.

2.3. Система оцінювання математичних знань та компетентностей: український та європейський досвід

Оцінювання навчальних досягнень учнів є невід'ємною складовою освітнього процесу, яка дозволяє визначити рівень сформованості знань, умінь, навичок, компетентностей учнів, виявити прогалини у навчанні та шляхи їх подолання. Система оцінювання математичних знань та компетентностей відіграє важливу роль у забезпеченні якості математичної освіти.

Українська система оцінювання навчальних досягнень учнів з математики ґрунтується на Критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти, затверджених Міністерством освіти і науки України. Відповідно до цих критеріїв, оцінювання здійснюється за 12-бальною шкалою, яка розподіляється на чотири рівні: початковий (1-3 бали), середній (4-6 балів), достатній (7-9 балів) і високий (10-12 балів). Кожен рівень визначається за характеристикою навчальних досягнень учнів, яка враховує особливості математики як навчального предмета.

Вітчизняна система оцінювання математичних знань та компетентностей враховує три основні компоненти навчальних досягнень учнів: знання теоретичного матеріалу, вміння розв'язувати математичні задачі, здатність застосовувати математичні знання та вміння у нестандартних ситуаціях. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові самостійні та контрольні роботи, тестування, захист навчальних проєктів тощо. Оцінювання математичних знань у профільній школі України має свої особливості, зумовлені специфікою профільного навчання. Для різних профілів розроблено різні критерії оцінювання, які враховують обсяг і рівень вивчення математики. Для класів з поглибленим

вивченням математики, фізико-математичного, природничого профілів вимоги до рівня навчальних досягнень учнів вищі, ніж для класів інших профілів.

Особливе місце в українській системі оцінювання математичних знань та компетентностей посідає державна підсумкова атестація, яка проводиться у формі зовнішнього незалежного оцінювання. Завдання ЗНО з математики дозволяють оцінити рівень сформованості математичних знань, умінь, навичок, компетентностей випускників закладів загальної середньої освіти. Структура завдань ЗНО включає тестові завдання різних форматів, а також завдання з розгорнутою відповіддю, що дозволяє оцінити вміння учнів математично міркувати, аргументувати, доводити. Слід зазначити, що українська система оцінювання математичних знань та компетентностей поступово трансформується у напрямку запровадження компетентнісного підходу. У рамках реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» розроблено нові підходи до оцінювання, які передбачають оцінювання не лише знань, умінь і навичок, а й ключових компетентностей, зокрема математичної компетентності.

Європейський досвід оцінювання математичних знань та компетентностей характеризується різноманітністю підходів, методів, форм. У більшості країн Європейського Союзу використовуються різні шкали оцінювання: у Франції, Італії, Іспанії, Португалії — 20-бальна шкала, у Німеччині, Австрії — 6-бальна шкала, у Нідерландах, Данії — 10-бальна шкала, у Фінляндії — 7-бальна шкала тощо.

Французька система оцінювання математичних знань та компетентностей ґрунтується на 20-бальній шкалі, де 20 — найвищий бал, а 0 — найнижчий. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати не менше 10 балів. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проєкти. Значна увага приділяється оцінюванню вмій математичних міркувань, доведень, розв'язування задач різними методами. У французьких ліцеях поширена

практика проведення комплексних контрольних робіт з математики, які включають завдання різних типів та рівнів складності.

Німецька система оцінювання математичних знань та компетентностей використовує 6-бальну шкалу, де 1 — найвищий бал, а 6 — найнижчий. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати не менше 4 балів. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проекти, домашні завдання. Особливістю німецької системи оцінювання є значна увага до розвитку навичок самооцінювання та взаємооцінювання. Учні залучаються до процесу оцінювання власних навчальних досягнень та досягнень своїх однокласників, що сприяє розвитку навичок критичного мислення, рефлексії, відповідальності за результати навчання.

Фінська система оцінювання математичних знань та компетентностей використовує 7-бальну шкалу, де 7 — найвищий бал, а 4 — найнижчий. Оцінки 1-3 не використовуються, тобто мінімальна позитивна оцінка — 4. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проекти, домашні завдання. Особливістю фінської системи оцінювання є значна увага до формувального оцінювання, яке спрямоване на підтримку навчання, виявлення прогалин у знаннях учнів та надання їм допомоги. Вчителі надають учням конструктивний зворотний зв'язок, який допомагає їм зрозуміти свої сильні та слабкі сторони, шляхи подальшого розвитку.

Польська система оцінювання математичних знань та компетентностей використовує 6-бальну шкалу, де 6 — найвищий бал, а 1 — найнижчий. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати не менше 2 балів. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проекти, домашні завдання. Особливістю польської системи оцінювання є значна увага до діагностичного оцінювання, яке проводиться на початку навчального року або перед вивченням нової теми і

дозволяє визначити рівень знань учнів, виявити прогалини у знаннях та шляхи їх подолання.

Нідерландська система оцінювання математичних знань та компетентностей використовує 10-бальну шкалу, де 10 — найвищий бал, а 1 — найнижчий. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати не менше 5,5 балів. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проекти, домашні завдання. Особливістю нідерландської системи оцінювання є значна увага до практичної спрямованості завдань. Завдання для оцінювання математичних знань та компетентностей часто пов'язані з реальними ситуаціями, що дозволяє оцінити здатність учнів застосовувати математичні знання та вміння для розв'язування практичних задач.

Естонська система оцінювання математичних знань та компетентностей використовує 5-бальну шкалу, де 5 — найвищий бал, а 1 — найнижчий. Для отримання позитивної оцінки необхідно набрати не менше 3 балів. Оцінювання здійснюється за допомогою різних форм контролю: усне опитування, письмові контрольні роботи, тести, проекти, домашні завдання. Особливістю естонської системи оцінювання є значна увага до використання інформаційно-комунікаційних технологій. Для оцінювання математичних знань та компетентностей використовуються електронні тести, інтерактивні завдання, комп'ютерні програми.

Порівняльний аналіз української та європейських систем оцінювання математичних знань та компетентностей дозволяє виявити як спільні риси, так і відмінності. До спільних рис можна віднести використання різних форм контролю, поєднання поточного і підсумкового оцінювання, увагу до оцінювання як теоретичних знань, так і практичних умінь. Відмінності полягають у шкалах оцінювання, критеріях, за якими здійснюється оцінювання, підходах до організації підсумкової атестації. У більшості європейських країн спостерігається тенденція до запровадження компетентнісного підходу в оцінюванні, використання автентичних, контекстуалізованих завдань, які

дозволяють оцінити здатність учнів застосовувати математичні знання та вміння у реальних ситуаціях.

Загальноєвропейським трендом у системі оцінювання математичних знань та компетентностей є увага до метакогнітивних аспектів навчання, зокрема розвитку навичок самооцінювання, взаємооцінювання, рефлексії, критичного мислення. Учні залучаються до процесу оцінювання власних навчальних досягнень та досягнень своїх однокласників, що сприяє розвитку відповідальності за результати навчання, формуванню навичок навчання протягом життя. Українська система оцінювання математичних знань та компетентностей поступово інтегрує ці підходи, рухаючись у напрямку запровадження компетентнісно орієнтованого оцінювання, яке враховує не лише знання, вміння і навички учнів, а й їхню здатність застосовувати ці знання, вміння і навички для розв'язування практичних задач, аналізу та інтерпретації даних, математичного моделювання реальних процесів.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

3.1. Організація та методика педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент як метод дослідження ефективності математичної освіти у профільній школі надає можливість цілеспрямовано вивчати педагогічні явища в контрольованих умовах. Розроблене нами дослідження реалізовувалось поетапно відповідно до визначеної мети, завдань та гіпотези. Головною метою експериментальної роботи стало перевірка ефективності запропонованої методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній середній школі, що ґрунтується на компетентнісному підході та враховує європейський досвід.

Гіпотеза дослідження полягає в припущенні, що ефективність математичної освіти у профільній школі суттєво підвищиться за умови впровадження методичної системи, яка інтегрує найкращі аспекти української та європейської практик викладання математичних дисциплін, використовує інноваційні педагогічні технології, забезпечує формування ключових математичних компетентностей учнів та враховує їхні індивідуальні особливості й потреби. Додатково гіпотеза передбачає, що позитивний вплив на якість математичної підготовки учнів матиме включення до навчальної програми елементів практичного застосування математики в різних галузях науки і техніки, використання проблемного та дослідницького підходів, а також систематичне впровадження інформаційно-комунікаційних технологій.

Експериментальна робота проводилася протягом трьох років і охоплювала чотири основні етапи: підготовчий, констатувальний, формувальний та контрольний. Кожен етап мав свою мету, завдання та методи дослідження.

На підготовчому етапі експерименту здійснювався аналіз наукової літератури з проблеми дослідження, вивчався передовий педагогічний досвід викладання математичних дисциплін у профільній школі, проводились бесіди з вчителями математики та адміністрацією закладів загальної середньої освіти щодо проблем і перспектив математичної освіти. Результатом підготовчого етапу стало обґрунтування теоретичних засад методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі, визначення критеріїв та показників ефективності математичної освіти, розробка діагностичного інструментарію.

Констатувальний етап експерименту передбачав діагностику вихідного рівня математичних знань та компетентностей учнів, аналіз існуючих практик викладання математичних дисциплін у профільній школі, виявлення проблем та перспективних напрямів удосконалення. На основі аналізу результатів констатувального етапу були уточнені теоретичні положення дослідження, доопрацьована методична система навчання математичних дисциплін, визначені організаційно-педагогічні умови її впровадження.

Методика констатувального етапу експерименту включала анкетування учнів та вчителів, тестування учнів, аналіз навчальної документації, спостереження за освітнім процесом. Анкетування учнів було спрямовано на виявлення їхнього ставлення до вивчення математики, мотивації, труднощів, які виникають у процесі навчання, очікувань щодо математичної освіти. Анкетування вчителів мало на меті з'ясувати їхні погляди на проблеми та перспективи математичної освіти, використання інноваційних технологій навчання, впровадження компетентнісного підходу. Тестування учнів проводилося з метою визначення рівня їхніх математичних знань та компетентностей.

Розробка діагностичного інструментарію здійснювалась з урахуванням мети та завдань дослідження, вікових особливостей учнів, специфіки профільного навчання. Для діагностики рівня математичних знань учнів були розроблені тести різного рівня складності, які включали завдання на перевірку знання теоретичного матеріалу, вміння розв'язувати стандартні математичні задачі, здатності застосовувати математичні знання та вміння у нестандартних ситуаціях. Для визначення рівня математичних компетентностей використовувались комплексні компетентнісно орієнтовані завдання, які передбачали застосування математичних знань та вмінь для розв'язування практичних задач, аналізу та інтерпретації даних, математичного моделювання реальних процесів.

Формувальний етап експерименту був спрямований на впровадження розробленої методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі. Експериментальна робота проводилася з учнями 10-11 класів профільної школи. Загальна кількість учнів, які брали участь у експерименті, становила 48 осіб, з них 24 учні входили до експериментальної групи, 24 – до контрольної. Комплектування експериментальної та контрольної груп здійснювалось з урахуванням принципу рівнозначності, тобто групи були однорідними за кількісним та якісним складом.

Методика формувального етапу експерименту передбачала впровадження авторської методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі, яка ґрунтується на компетентнісному підході та враховує європейський досвід. Основними компонентами методичної системи визначено: цільовий, змістовий, процесуальний, контрольньо-оцінювальний та результативний.

Цільовий компонент методичної системи включав мету, завдання та очікувані результати навчання математичних дисциплін у профільній школі. Мета полягала у формуванні в учнів математичної компетентності, розвитку логічного мислення, просторової уяви, алгоритмічної культури, критичності мислення, здатності до самоосвіти та самореалізації. Завдання навчання математичних дисциплін включали формування системи математичних знань,

умінь і навичок, розвиток пізнавальних здібностей, формування навичок самостійної навчальної діяльності, формування ціннісних орієнтацій, мотивації до вивчення математики, розвиток творчих здібностей.

Змістовий компонент методичної системи представлений оновленим змістом навчання математичних дисциплін у профільній школі, який було збагачено елементами європейського досвіду. Зокрема, до змісту навчання було включено елементи дискретної математики, теорії ймовірностей, математичної статистики, логіки, а також посилено практичну спрямованість навчання математики через включення задач, пов'язаних з реальними ситуаціями, задач міжпредметного змісту, проєктних завдань.

Процесуальний компонент методичної системи включав форми, методи, засоби навчання, які використовувались у процесі викладання математичних дисциплін. Для реалізації компетентнісного підходу використовувались активні та інтерактивні методи навчання: проблемне навчання, проєктне навчання, дослідницьке навчання, кейс-метод, дискусії, групова робота, ділові ігри тощо. Значна увага приділялась використанню інформаційно-комунікаційних технологій: комп'ютерних програм, електронних підручників, віртуальних лабораторій, систем динамічної математики, мультимедійних презентацій тощо. Форми навчання включали уроки різних типів, практичні заняття, семінари, консультації, індивідуальні заняття, самостійну роботу, позакласні заходи.

Контрольно-оцінювальний компонент методичної системи передбачав використання різноманітних форм і методів контролю та оцінювання навчальних досягнень учнів: усне опитування, письмові самостійні та контрольні роботи, тестування, захист проєктів, портфоліо тощо. Для оцінювання математичних компетентностей учнів використовувались комплексні компетентнісно орієнтовані завдання, які передбачали застосування математичних знань та вмінь для розв'язування практичних задач. Значна увага приділялась формувальному оцінюванню, яке спрямоване на підтримку навчання, виявлення прогалин у знаннях учнів та надання їм допомоги.

Результативний компонент методичної системи включав очікувані результати навчання: сформованість математичних знань, умінь, навичок, компетентностей учнів, розвиток їхніх пізнавальних здібностей, формування навичок самостійної навчальної діяльності, формування ціннісних орієнтацій, мотивації до вивчення математики, розвиток творчих здібностей.

Впровадження методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі здійснювалось поетапно. На першому етапі проводилась підготовка вчителів до впровадження методичної системи: ознайомлення з теоретичними засадами, методикою викладання, діагностичним інструментарієм. На другому етапі відбувалось безпосереднє впровадження методичної системи у навчальний процес. На третьому етапі здійснювався моніторинг процесу впровадження, коригування методичної системи за необхідності.

Контрольний етап експерименту був спрямований на оцінку ефективності впровадження методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі. Методика контрольного етапу включала тестування учнів, анкетування, аналіз навчальної документації, статистичну обробку результатів. Для оцінки ефективності методичної системи використовувались критерії та показники, визначені на підготовчому етапі експерименту.

Для оцінки ефективності математичної освіти у профільній школі нами було визначено такі критерії: когнітивний, діяльнісний, мотиваційно-ціннісний та особистісно-рефлексивний. Когнітивний критерій відображає рівень засвоєння математичних знань. Діяльнісний критерій характеризує рівень сформованості математичних умінь і навичок, здатності застосовувати математичні знання для розв'язування практичних задач. Мотиваційно-ціннісний критерій відображає рівень мотивації до вивчення математики, ціннісне ставлення до математичних знань. Особистісно-рефлексивний критерій характеризує рівень розвитку особистісних якостей, необхідних для успішного вивчення математики, здатність до самооцінки, самоаналізу, саморегуляції.

Для кожного критерію було визначено показники та рівні (високий, середній, низький), розроблено діагностичний інструментарій. Для оцінки рівня математичних знань та умінь використовувались тести різного рівня складності, комплексні компетентнісно орієнтовані завдання. Для оцінки мотивації та ціннісного ставлення до математики – анкети, опитувальники. Для оцінки особистісних якостей та рефлексивних здібностей – методики психологічної діагностики, анкети, опитувальники.

Статистична обробка результатів експерименту здійснювалась за допомогою методів математичної статистики, зокрема критерію Пірсона (χ^2), який використовувався для перевірки статистичної значущості різниці між результатами експериментальної та контрольної груп. Обробка результатів експерименту проводилась з використанням комп'ютерних програм статистичного аналізу даних.

Надійність та достовірність результатів експерименту забезпечувались репрезентативністю вибірки, використанням стандартизованих методик діагностики, поєднанням кількісного та якісного аналізу результатів, застосуванням методів математичної статистики для обробки експериментальних даних.

Таблиця 3.1 Критерії та показники ефективності математичної освіти у профільній школі

Критерії	Показники	Методи діагностики
Когнітивний	- рівень засвоєння математичних понять, теорем, правил; - розуміння логічних зв'язків між математичними поняттями; - здатність до математичних міркувань, доведень	- тестування; - контрольні роботи; - усне опитування
Діяльнісний	- уміння розв'язувати стандартні математичні задачі; - здатність застосовувати математичні знання у нестандартних ситуаціях; - навички математичного моделювання реальних процесів	- компетентнісно орієнтовані завдання; - проєктні завдання; - практичні роботи
Мотиваційно-ціннісний	- мотивація до вивчення математики; - ціннісне ставлення до математичних	- анкетування; - опитування;

	знань; - інтерес до математики як науки	- спостереження
Особистісно-рефлексивний	- розвиток логічного мислення; - здатність до самооцінки, самоаналізу; - навички самостійної навчальної діяльності	- психологічні тести; - анкетування; - спостереження

Джерело: складено автором

Зазначені критерії та показники дозволили комплексно оцінити ефективність математичної освіти у профільній школі, визначити сильні та слабкі сторони розробленої методичної системи, окреслити шляхи її подальшого вдосконалення. Результати діагностики за кожним критерієм узагальнювались та інтерпретувались, на основі чого робились висновки щодо загальної ефективності методичної системи.

Для проведення педагогічного експерименту було розроблено програму, яка включала мету, завдання, етапи, методи дослідження, експериментальну базу, терміни проведення. Програма експерименту передбачала взаємодію з учнями, вчителями, адміністрацією закладів освіти, батьками. Значна увага приділялась створенню комфортного психологічного клімату, забезпеченню добровільної участі в експерименті, дотриманню етичних норм. Експеримент проводився у природних умовах навчального процесу, що дозволило отримати об'єктивні результати, які відображають реальний стан речей. Разом з тим, для забезпечення контролю за змінними, які могли вплинути на результати експерименту, було вжито відповідних заходів: створення однакових умов для експериментальної та контрольної груп (крім експериментального фактора), використання однакових методик діагностики, проведення вимірювань у однаковий час тощо.

Методологічною основою експерименту стали системний, компетентнісний, особистісно орієнтований, діяльнісний підходи до організації освітнього процесу. Системний підхід дозволив розглянути математичну освіту у профільній школі як цілісну систему, виявити взаємозв'язки між її компонентами. Компетентнісний підхід забезпечив спрямованість освітнього процесу на формування ключових компетентностей учнів. Особистісно

орієнтований підхід передбачав врахування індивідуальних особливостей учнів, їхніх потреб, інтересів, здібностей. Діяльнісний підхід забезпечив організацію освітнього процесу як активної пізнавальної діяльності учнів.

Практична реалізація методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі здійснювалась через розробку та впровадження навчально-методичного забезпечення: навчальних програм, посібників, методичних рекомендацій, дидактичних матеріалів, електронних освітніх ресурсів. Розроблені матеріали враховували специфіку профільного навчання, особливості математичної освіти, вікові та індивідуальні особливості учнів.

3.2. Дослідження впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів

Дослідження впливу вивчення математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів становить важливий напрям педагогічного експерименту, спрямованого на визначення ефективності математичної освіти в профільній школі. Аналіз впливу математики на загальний рівень навчальних досягнень учнів дозволяє не лише оцінити значущість математичних дисциплін у системі шкільної освіти, але й виявити механізми трансферу математичних компетентностей на інші предметні галузі.

Методика дослідження включала комплекс взаємопов'язаних методів та прийомів, які дозволили всебічно проаналізувати академічні досягнення учнів та встановити кореляційні зв'язки між рівнем математичної підготовки та успішністю з інших предметів. Для збору емпіричних даних використовувалися методи аналізу навчальної документації, тестування, анкетування, інтерв'ювання, спостереження, експертних оцінок. Отримані результати підлягали статистичній обробці з використанням методів кореляційного, факторного та кластерного аналізу.

Вихідною позицією дослідження стало припущення про наявність взаємозв'язку між рівнем математичної підготовки учнів та їхніми

академічними досягненнями з інших предметів, особливо природничо-наукового та технологічного циклів. Для перевірки цієї гіпотези було проведено аналіз успішності учнів експериментальної та контрольної груп з різних предметів протягом трьох навчальних років.

Структура дослідження впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів включала кілька взаємопов'язаних напрямів: аналіз успішності учнів з різних предметів; виявлення кореляційних зв'язків між успішністю з математики та інших предметів; визначення впливу математичної підготовки на розвиток загальнонавчальних умінь та навичок; дослідження впливу математичної підготовки на формування ключових компетентностей учнів; аналіз впливу математичної підготовки на професійне самовизначення учнів.

Аналіз успішності учнів з різних предметів здійснювався на основі семестрових та річних оцінок, результатів тематичних та підсумкових контрольних робіт, тестування. Для забезпечення об'єктивності оцінювання використовувалися стандартизовані тестові завдання, розроблені відповідно до вимог навчальних програм. Результати аналізу успішності учнів з різних предметів представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 Середній бал успішності учнів експериментальної та контрольної груп з різних предметів на початку та наприкінці експерименту

Предмет	Експериментальна група		Контрольна група	
	Початок експерименту	Кінець експерименту	Початок експерименту	Кінець експерименту
Математика	7,6	9,3	7,5	8,1
Фізика	7,4	8,9	7,3	7,8
Хімія	7,2	8,5	7,3	7,6
Біологія	7,8	8,7	7,7	8,0
Інформатика	8,1	9,4	8,0	8,5
Географія	7,9	8,6	8,0	8,2
Історія	8,0	8,5	8,1	8,3
Українська мова та література	7,8	8,4	7,9	8,1
Іноземна мова	7,7	8,3	7,8	8,0

Джерело: складено автором

Дані, представлені в таблиці, свідчать про зростання успішності учнів експериментальної групи з усіх предметів, причому найбільш значне підвищення спостерігається з математики, фізики, хімії та інформатики. В контрольній групі також відзначається певне підвищення успішності, проте воно менш виражене. Статистичний аналіз результатів за критерієм Стьюдента показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ для таких предметів: математика, фізика, хімія, інформатика.

Дослідження кореляційних зв'язків між успішністю з математики та інших предметів проводилося за допомогою кореляційного аналізу. Для кожної пари предметів (математика - предмет) обчислювався коефіцієнт кореляції Пірсона, який дозволяє визначити наявність та силу лінійного зв'язку між двома змінними. Результати кореляційного аналізу представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Коефіцієнти кореляції між успішністю з математики та інших предметів наприкінці експерименту

Пара предметів	Експериментальна група	Контрольна група
Математика - Фізика	0,78	0,68
Математика - Хімія	0,62	0,53
Математика - Біологія	0,54	0,48
Математика - Інформатика	0,81	0,72
Математика - Географія	0,49	0,42
Математика - Історія	0,38	0,33
Математика - Українська мова та література	0,42	0,37
Математика - Іноземна мова	0,45	0,40

Джерело: складено автором

Аналіз даних, представлених у таблиці, свідчить про наявність позитивного кореляційного зв'язку між успішністю з математики та інших предметів. Найбільш сильний зв'язок спостерігається між математикою та інформатикою, математикою та фізикою, математикою та хімією. Менш

виражений, але статистично значущий зв'язок виявлено між математикою та біологією, географією, українською мовою та літературою, іноземною мовою, історією. В експериментальній групі коефіцієнти кореляції вищі, ніж у контрольній, що може свідчити про більш ефективну організацію міжпредметних зв'язків у процесі навчання математичних дисциплін.

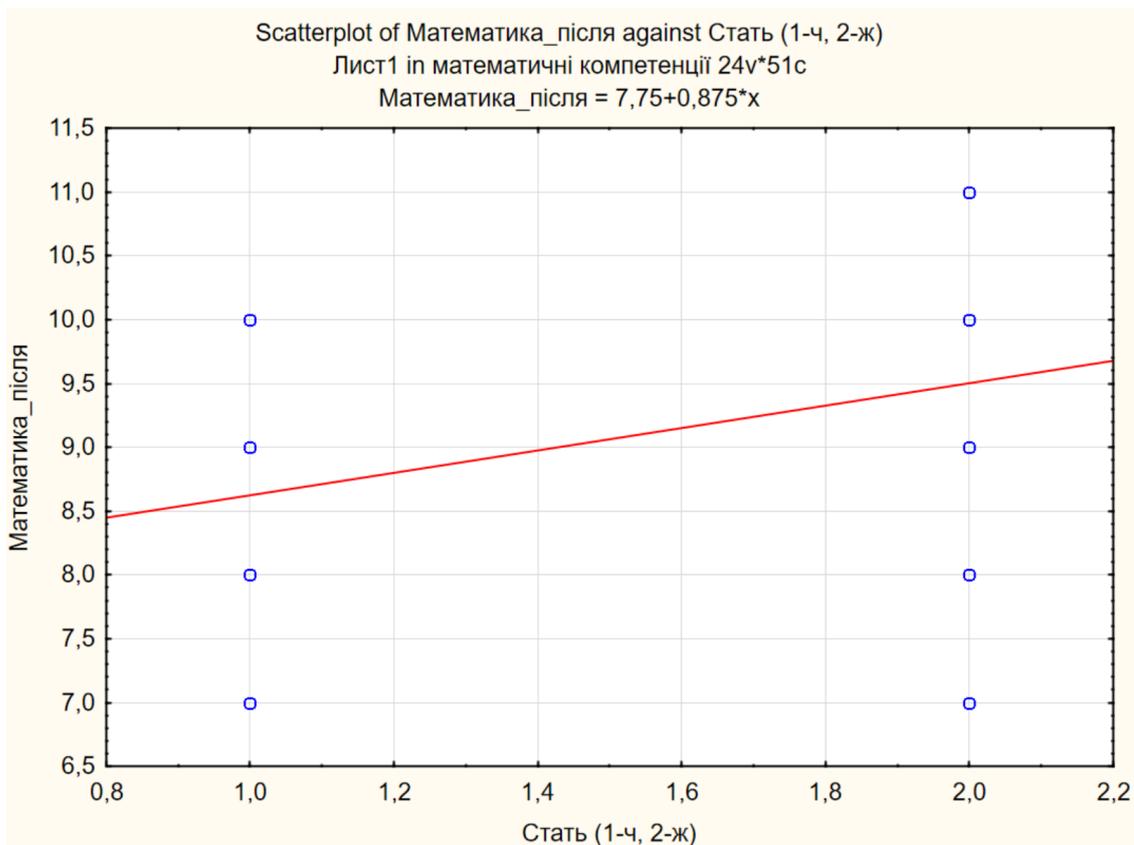


Рис.

3.1. Діаграма розсіювання результатів математичної підготовки учнів після експерименту за гендерною ознакою з лінією регресії

Джерело: складено автором

Поглиблений аналіз виявлених кореляційних зв'язків дозволив встановити, що найбільш сильні зв'язки спостерігаються між математикою та предметами, які активно використовують математичний апарат (фізика, хімія, інформатика). Водночас виявлено позитивні кореляційні зв'язки між математикою та гуманітарними предметами, що може пояснюватися впливом математичної підготовки на розвиток логічного мислення, аналітичних здібностей, уміння структурувати інформацію, будувати аргументацію тощо.

Визначення впливу математичної підготовки на розвиток загальнонавчальних умінь та навичок здійснювалося на основі експертних оцінок вчителів-предметників, спостережень за навчальною діяльністю учнів, аналізу продуктів навчальної діяльності. Експертам (вчителям-предметникам) пропонувалося оцінити рівень розвитку загальнонавчальних умінь та навичок учнів за 10-бальною шкалою. Результати експертного оцінювання представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Середні показники розвитку загальнонавчальних умінь та навичок учнів (за 10-бальною шкалою)

Уміння та навички	Експериментальна група		Контрольна група	
	Початок експерименту	Кінець експерименту	Початок експерименту	Кінець експерименту
Аналіз і синтез	6,2	8,5	6,3	7,1
Порівняння і класифікація	6,4	8,7	6,5	7,3
Абстрагування і конкретизація	5,8	8,2	5,9	6,8
Узагальнення і систематизація	6,0	8,4	6,1	7,0
Встановлення причинно-наслідкових зв'язків	5,7	8,0	5,8	6,7
Структурування інформації	5,9	8,3	6,0	6,9
Моделювання	5,6	8,1	5,7	6,5
Прогнозування	5,5	7,8	5,6	6,4
Планування діяльності	6,1	8,3	6,2	7,0
Самоконтроль і самооцінка	6,0	8,2	6,1	6,9

Джерело: складено автором

Отримані дані свідчать про позитивну динаміку розвитку загальнонавчальних умінь та навичок учнів в обох групах, однак в експериментальній групі приріст значно вищий. Найбільш виражений позитивний вплив математичної підготовки спостерігається на розвиток таких умінь та навичок, як аналіз і синтез, порівняння і класифікація, абстрагування і конкретизація, узагальнення і систематизація, моделювання. Статистичний

аналіз за критерієм Вілкоксона показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ для всіх досліджуваних умінь та навичок.

Дослідження впливу математичної підготовки на формування ключових компетентностей учнів проводилося за допомогою спеціально розроблених компетентнісно орієнтованих завдань, які дозволяли оцінити рівень сформованості різних компетентностей. Для кожної компетентності було розроблено систему завдань різного рівня складності, які передбачали застосування знань та вмінь у різних ситуаціях. Результати дослідження рівня сформованості ключових компетентностей учнів представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Рівень сформованості ключових компетентностей учнів експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту (у %)

Компетентності	Експериментальна група			Контрольна група		
	Високий	Середній	Низький	Високий	Середній	Низький
Математична	41,7	45,8	12,5	25,0	50,0	25,0
Природничо-наукова	37,5	50,0	12,5	25,0	54,2	20,8
Інформаційно-цифрова	45,8	41,7	12,5	33,3	45,8	20,9
Підприємницька	29,2	50,0	20,8	20,8	54,2	25,0
Загальнокультурна	33,3	54,2	12,5	25,0	54,2	20,8
Громадянська	25,0	62,5	12,5	20,8	58,3	20,9
Здоров'язбережувальна	33,3	54,2	12,5	25,0	54,2	20,8
Комунікативна	37,5	50,0	12,5	29,2	54,2	16,6

Джерело: складено автором

Отримані дані свідчать про позитивну динаміку формування ключових компетентностей учнів в обох групах, однак в експериментальній групі приріст значно вищий. Найбільш виражений вплив математичної підготовки спостерігається на формування математичної, природничо-наукової, інформаційно-цифрової, підприємницької компетентностей. Водночас виявлено позитивний вплив математичної підготовки на формування загальнокультурної, громадянської, здоров'язбережувальної, комунікативної компетентностей, що може пояснюватися комплексним впливом розробленої методичної системи

навчання математичних дисциплін на розвиток особистості учнів. Статистичний аналіз за критерієм χ^2 показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ для математичної, природничо-наукової, інформаційно-цифрової, підприємницької компетентностей.

Аналіз впливу математичної підготовки на професійне самовизначення учнів здійснювався на основі анкетування, інтерв'ювання, спостережень. Учням пропонувалося заповнити анкету, яка містила питання щодо їхніх професійних намірів, мотивів вибору професії, факторів, що впливають на професійне самовизначення тощо. На основі аналізу відповідей учнів було визначено вплив математичної підготовки на їхнє професійне самовизначення.

Статистичні дані, отримані в результаті дослідження, свідчать про те, що учні з високим рівнем математичної підготовки частіше обирають професії, пов'язані з математикою, фізикою, інформатикою, технікою, економікою. Водночас виявлено, що математична підготовка впливає на професійне самовизначення учнів незалежно від обраної сфери діяльності, оскільки розвиває логічне мислення, аналітичні здібності, уміння структурувати інформацію, що є важливим для успішної професійної діяльності в різних галузях.

Результати дослідження дозволили виявити певні закономірності впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів. По-перше, встановлено наявність позитивного кореляційного зв'язку між успішністю з математики та інших предметів, особливо тих, які активно використовують математичний апарат. По-друге, виявлено позитивний вплив математичної підготовки на розвиток загальнонавчальних умінь та навичок, зокрема аналізу і синтезу, порівняння і класифікації, абстрагування і конкретизації, узагальнення і систематизації, моделювання. По-третє, встановлено позитивний вплив математичної підготовки на формування ключових компетентностей учнів, особливо математичної, природничо-

наукової, інформаційно-цифрової, підприємницької. По-четверте, виявлено вплив математичної підготовки на професійне самовизначення учнів.

Механізми впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів можна пояснити тим, що математика як навчальний предмет має значний потенціал для розвитку мислення, формування загальнонавчальних умінь та навичок, які є важливими для успішного вивчення різних предметів. Математика розвиває логічне мислення, аналітичні здібності, уміння структурувати інформацію, будувати аргументацію, що є важливим для вивчення не лише природничо-наукових, а й гуманітарних предметів.

Водночас дослідження дозволило виявити деякі проблеми, які потребують подальшого вирішення. Зокрема, встановлено, що не всі учні однаково успішно засвоюють математичні дисципліни, що може пояснюватися різними факторами: індивідуальними особливостями учнів, рівнем їхньої попередньої підготовки, мотивацією до вивчення математики тощо. Для забезпечення ефективності математичної освіти необхідно враховувати індивідуальні особливості учнів, здійснювати диференційований та особистісно орієнтований підхід, використовувати різноманітні форми, методи, засоби навчання.

Якісний аналіз результатів дослідження дозволив виявити особливості впливу різних розділів математики на академічні досягнення учнів. Встановлено, що алгебра та початки аналізу найбільш сильно впливають на успішність з фізики, хімії, інформатики; геометрія – на успішність з фізики, інформатики, географії, образотворчого мистецтва; теорія ймовірностей та математична статистика – на успішність з інформатики, біології, географії, економіки, суспільствознавства. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації змісту навчання математичних дисциплін у профільній школі, посилення міжпредметних зв'язків, розробки інтегрованих курсів.

Дослідження впливу математичних дисциплін на академічні досягнення учнів профільних класів дозволило також виявити значний потенціал математики для розвитку метапредметних умінь та навичок, формування ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації в

сучасному суспільстві. Математика як навчальний предмет сприяє формуванню вміння вчитися, працювати з інформацією, розв'язувати проблеми, приймати рішення, що є важливим для успішного навчання впродовж життя.

3.3. Аналіз та інтерпретація результатів порівняльного дослідження

Порівняльне дослідження впливу математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти в Україні та країнах Європейського Союзу передбачало всебічний аналіз отриманих емпіричних даних, їх статистичну обробку та змістовну інтерпретацію. Методологічною основою аналізу результатів дослідження виступав системний підхід, який дозволив розглянути математичну освіту як складну динамічну систему, що функціонує в контексті загальної середньої освіти та взаємодіє з різними соціокультурними факторами.

Комплексний аналіз зібраних емпіричних даних здійснювався за кількома взаємопов'язаними напрямками: порівняння рівня математичної підготовки учнів експериментальної та контрольної груп; порівняння ефективності різних методичних підходів до викладання математичних дисциплін; визначення впливу математичної підготовки на загальний розвиток учнів; аналіз взаємозв'язку між математичною освітою та подальшим професійним самовизначенням випускників; порівняння підходів до організації математичної освіти в Україні та країнах Європейського Союзу.

Статистична обробка результатів експерименту здійснювалася з використанням методів математичної статистики, зокрема описової статистики, кореляційного аналізу, дисперсійного аналізу, статистичної перевірки гіпотез. Для обробки даних використовувалися комп'ютерні програми статистичного аналізу, які дозволяли швидко та якісно обробляти великі масиви інформації, будувати графіки та діаграми, здійснювати статистичні розрахунки.

Аналіз результатів вхідного та підсумкового діагностування рівня математичної підготовки учнів експериментальної та контрольної груп показав позитивну динаміку в обох групах, однак в експериментальній групі зростання

показників було значно вищим. Дані щодо рівня математичної підготовки учнів на початку та наприкінці експерименту представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 Динаміка рівня математичної підготовки учнів експериментальної та контрольної груп (у %)

Рівень	Експериментальна група		Контрольна група	
	Початок експерименту	Кінець експерименту	Початок експерименту	Кінець експерименту
Високий	16,7	41,7	16,7	25,0
Достатній	33,3	45,8	33,3	41,7
Середній	37,5	12,5	37,5	29,1
Низький	12,5	0	12,5	4,2

Джерело: складено автором

Статистичний аналіз отриманих даних за критерієм χ^2 показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ (χ^2 емп. = 9,82, χ^2 крит. = 7,81). Таким чином, можна стверджувати про ефективність розробленої методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі.

Якісний аналіз результатів дослідження дозволив виявити особливості засвоєння учнями різних розділів математики. Найкращі результати учні експериментальної групи продемонстрували з таких розділів, як алгебра, початки аналізу, теорія ймовірностей та математична статистика. Дещо нижчі, але також достатньо високі результати спостерігалися з геометрії та дискретної математики. Встановлено, що найбільш ефективними формами і методами навчання математичних дисциплін у профільній школі є проблемне навчання, проєктна діяльність, дослідницьке навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивні методи навчання.

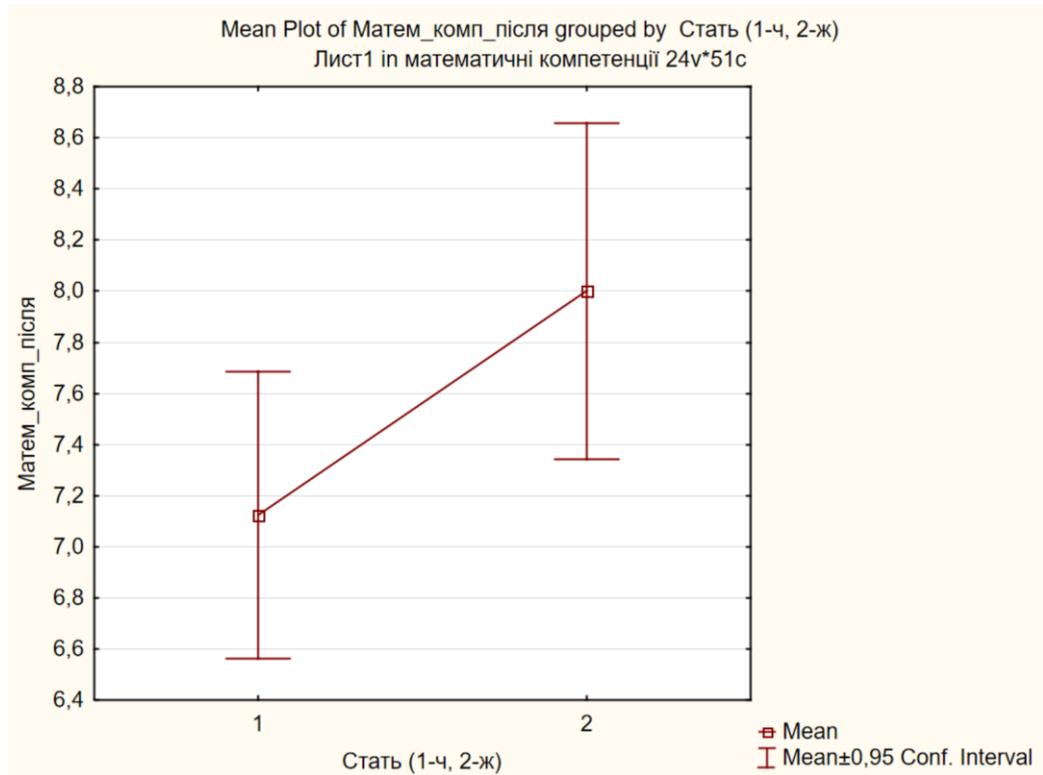


Рис. 3.2. Середні значення рівня сформованості математичної компетентності учнів після експерименту за гендерною ознакою з довірчим інтервалом 95%

Джерело: складено автором

Аналіз результатів анкетування учнів щодо їхнього ставлення до вивчення математики показав позитивну динаміку змін в експериментальній групі. На початку експерименту лише 25% учнів експериментальної групи висловили позитивне ставлення до вивчення математики, 45,8% – нейтральне, 29,2% – негативне. Наприкінці експерименту позитивне ставлення висловили 62,5% учнів, нейтральне – 33,3%, негативне – лише 4,2%. У контрольній групі також спостерігалася позитивна динаміка, однак вона була менш вираженою: на початку експерименту позитивне ставлення висловили 25% учнів, наприкінці – 41,7%.

Дослідження мотивації учнів до вивчення математики здійснювалося за допомогою спеціально розробленої анкети, яка дозволяла визначити домінуючі

мотиви навчальної діяльності учнів. Результати анкетування представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 Домінуючі мотиви вивчення математики учнями експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту (у %)

Мотиви	Експериментальна група	Контрольна група
Пізнавальні (інтерес до математики як науки)	37,5	25,0
Професійні (необхідність для майбутньої професії)	29,2	25,0
Соціальні (бажання отримати високу оцінку, схвалення)	16,7	29,1
Прагматичні (необхідність скласти ЗНО, вступити до ВНЗ)	12,5	16,7
Негативні (вимушеність, відсутність інтересу)	4,1	4,2

Джерело: складено автором

Отримані дані свідчать про те, що в експериментальній групі переважають пізнавальні та професійні мотиви вивчення математики, тоді як у контрольній групі – соціальні та прагматичні. Статистичний аналіз за критерієм χ^2 показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ (χ^2 емп. = 9,42, χ^2 крит. = 9,41).

Важливим аспектом дослідження було визначення впливу математичної підготовки на формування ключових компетентностей учнів. Для цього використовувалися спеціально розроблені компетентнісно орієнтовані завдання, які дозволяли оцінити рівень сформованості різних компетентностей. Результати дослідження представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 Рівень сформованості ключових компетентностей учнів експериментальної групи на початку та наприкінці експерименту (у %)

Компетентності	Високий рівень		Середній рівень		Низький рівень	
	Початок	Кінець	Початок	Кінець	Початок	Кінець
Математична	16,7	41,7	54,2	45,8	29,1	12,5
Інформаційно-цифрова	25,0	45,8	45,8	41,7	29,2	12,5
Навчання впродовж життя	20,8	37,5	50,0	50,0	29,2	12,5

Спілкування державною мовою	25,0	37,5	50,0	50,0	25,0	12,5
Спілкування іноземними мовами	20,8	33,3	45,8	54,2	33,4	12,5
Соціальна та громадянська	16,7	29,2	58,3	58,3	25,0	12,5
Підприємливість та фінансова грамотність	12,5	29,2	45,8	54,2	41,7	16,6
Загальнокультурна	20,8	33,3	54,2	54,2	25,0	12,5
Екологічна та здоров'язбережувальна	16,7	29,2	54,1	58,3	29,2	12,5

Джерело: складено автором

Статистичний аналіз отриманих даних за критерієм χ^2 показав, що різниця між показниками на початку та наприкінці експерименту є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ для всіх компетентностей, крім соціальної та громадянської, загальнокультурної, екологічної та здоров'язбережувальної, для яких різниця є значущою на рівні $\alpha = 0,1$. Найбільш виражена позитивна динаміка спостерігається у формуванні математичної, інформаційно-цифрової компетентностей та компетентності навчання впродовж життя.

Порівняльний аналіз ефективності різних методичних підходів до викладання математичних дисциплін у профільній школі дозволив визначити найбільш ефективні форми, методи та засоби навчання. Встановлено, що найбільш ефективними є проблемне навчання, проєктна діяльність, дослідницьке навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивні методи навчання. Водночас виявлено, що ефективність тих чи інших форм і методів навчання залежить від багатьох факторів, зокрема від змісту навчального матеріалу, рівня підготовки учнів, їхніх індивідуальних особливостей, матеріально-технічного забезпечення освітнього процесу тощо. Дослідження взаємозв'язку між математичною освітою та подальшим професійним самовизначенням випускників показало, що учні з високим рівнем математичної підготовки частіше обирають професії, пов'язані з математикою, фізикою, інформатикою, технікою, економікою. Водночас виявлено, що математична підготовка впливає на професійне самовизначення учнів незалежно від обраної сфери діяльності, оскільки розвиває логічне мислення,

аналітичні здібності, уміння структурувати інформацію, що є важливим для успішної професійної діяльності в різних галузях.

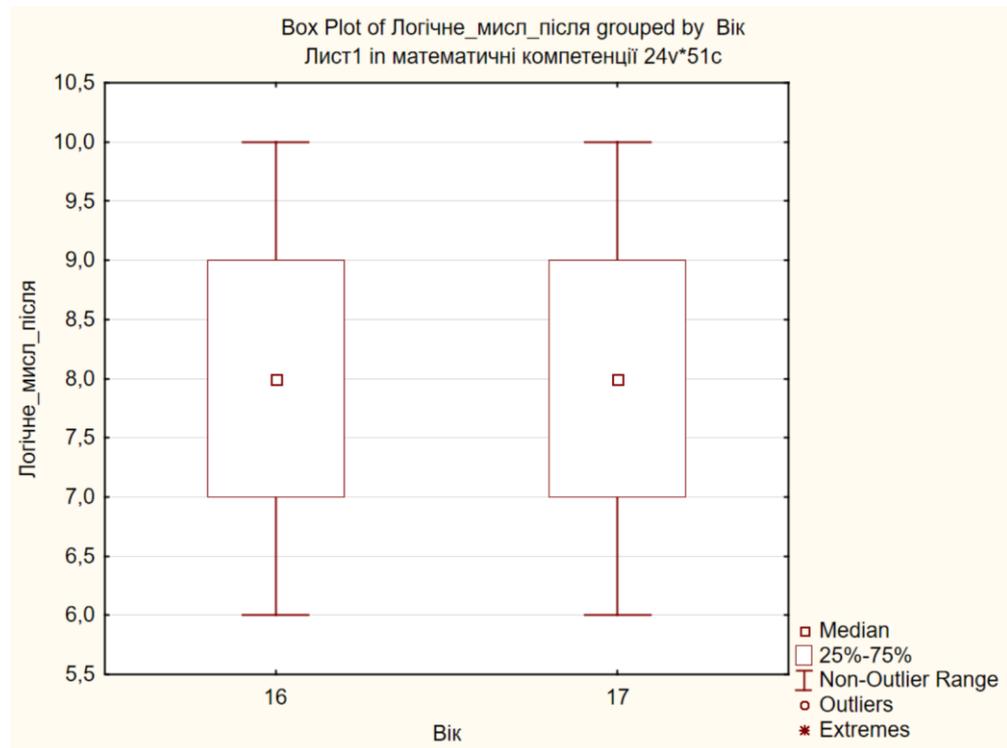


Рис. 3.3. Діаграма розмаху рівня розвитку логічного мислення учнів після експерименту за віковими групами

Джерело: складено автором

Порівняльний аналіз підходів до організації математичної освіти в Україні та країнах Європейського Союзу дозволив виявити як спільні риси, так і відмінності. До спільних рис можна віднести диференціацію навчання математики відповідно до профілю, наявність базового та поглибленого рівнів вивчення математики, компетентнісний підхід до навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій. Відмінності полягають у структурі навчальних планів, розподілі навчального часу, змісті навчальних програм, формах і методах навчання, системі оцінювання. Встановлено, що у більшості європейських країн більше уваги приділяється практичній спрямованості навчання математики, розв'язуванню задач, пов'язаних з реальними ситуаціями, формуванню навичок математичного моделювання реальних процесів.

На основі аналізу європейського досвіду викладання математичних дисциплін у профільній школі були визначені перспективні напрями вдосконалення математичної освіти в Україні: розширення змісту математичної освіти за рахунок включення елементів дискретної математики, теорії ймовірностей, статистики, логіки; посилення практичної спрямованості навчання математики, збільшення уваги до розв'язування задач, пов'язаних з реальними ситуаціями; впровадження інноваційних методів навчання, зокрема проєктного навчання, проблемного навчання, дослідницького навчання; розширення використання інформаційно-комунікаційних технологій; посилення міжпредметних зв'язків; впровадження формувального оцінювання.

Поглиблений аналіз результатів експерименту дозволив визначити ефективність розробленої методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі. Встановлено, що найбільш ефективною є методична система, яка ґрунтується на компетентнісному підході, враховує європейський досвід, використовує інноваційні педагогічні технології, забезпечує формування ключових математичних компетентностей учнів та враховує їхні індивідуальні особливості й потреби.

Кількісний та якісний аналіз результатів експерименту підтвердив ефективність розробленої методичної системи навчання математичних дисциплін у профільній школі. Встановлено, що в експериментальній групі суттєво підвищився рівень математичної підготовки учнів, сформованості їхніх ключових компетентностей, мотивації до вивчення математики, інтересу до математики як науки. Порівняльний аналіз результатів експериментальної та контрольної груп показав статистично значущу різницю за всіма досліджуваними параметрами.

Аналіз відповідей учнів на відкриті запитання анкети щодо їхнього ставлення до вивчення математики, труднощів, які виникають у процесі навчання, очікувань щодо математичної освіти дозволив виявити низку проблем, які потребують подальшого вирішення. Зокрема, учні зазначали, що відчувають труднощі при розв'язуванні задач підвищеної складності, задач з

параметрами, доведенні теорем, застосуванні математичних знань у нестандартних ситуаціях. Деякі учні висловлювали побажання щодо збільшення кількості годин на вивчення окремих тем, зокрема теорії ймовірностей та математичної статистики, дискретної математики, математичної логіки.

Важливим аспектом дослідження було визначення впливу математичної освіти на розвиток творчих здібностей учнів. Для цього використовувалися спеціальні тести креативності, які дозволяли оцінити такі показники, як швидкість, гнучкість, оригінальність мислення. Результати тестування представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 Рівень розвитку творчих здібностей учнів експериментальної та контрольної груп наприкінці експерименту (у %)

Показники	Експериментальна група			Контрольна група		
	Високий рівень	Середній рівень	Низький рівень	Високий рівень	Середній рівень	Низький рівень
Швидкість мислення	41,7	45,8	12,5	25,0	50,0	25,0
Гнучкість мислення	37,5	50,0	12,5	20,8	54,2	25,0
Оригінальність мислення	33,3	54,2	12,5	16,7	58,3	25,0
Загальний рівень креативності	37,5	50,0	12,5	20,8	54,2	25,0

Джерело: складено автором

Статистичний аналіз отриманих даних за критерієм χ^2 показав, що різниця між показниками експериментальної та контрольної груп є статистично значущою на рівні значущості $\alpha = 0,05$ для всіх показників креативності. Найбільш виражена різниця спостерігається за показниками швидкості та оригінальності мислення. Отримані результати свідчать про позитивний вплив розробленої методичної системи навчання математичних дисциплін на розвиток творчих здібностей учнів.

Порівняння результатів українських учнів з результатами учнів країн Європейського Союзу у міжнародних дослідженнях якості освіти, зокрема

PISA, дозволило виявити сильні та слабкі сторони математичної підготовки українських школярів. До сильних сторін можна віднести високий рівень теоретичної підготовки, вміння розв'язувати стандартні математичні задачі, знання основних математичних понять, теорем, формул. Слабкими сторонами є недостатній рівень розвитку вмінь застосовувати математичні знання у нестандартних ситуаціях, розв'язувати практичні задачі, аналізувати та інтерпретувати дані, математично моделювати реальні процеси.

На основі аналізу європейського досвіду викладання математичних дисциплін у профільній школі та результатів експериментальної роботи були розроблені рекомендації щодо вдосконалення математичної освіти в Україні, які включають: оновлення змісту математичної освіти з урахуванням сучасних тенденцій розвитку математики та її застосувань; посилення практичної спрямованості навчання математики; впровадження інноваційних педагогічних технологій; розвиток навичок математичного моделювання реальних процесів; формування навичок аналізу та інтерпретації даних; використання інформаційно-комунікаційних технологій; впровадження компетентнісно орієнтованого оцінювання.

Гіпотеза дослідження, сформульована на початковому етапі експерименту, знайшла своє підтвердження в результаті комплексного аналізу емпіричних даних. Дійсно, ефективність математичної освіти у профільній школі суттєво підвищилася завдяки впровадженню методичної системи, яка інтегрувала найкращі аспекти української та європейської практик викладання математичних дисциплін, використовувала інноваційні педагогічні технології, забезпечувала формування ключових математичних компетентностей учнів та враховувала їхні індивідуальні особливості й потреби. Отримані результати дозволяють стверджувати, що розроблена методична система навчання математичних дисциплін у профільній школі є ефективною та може бути рекомендована для широкого впровадження в освітню практику.

Аналіз та інтерпретація результатів порівняльного дослідження дозволили виявити основні тенденції розвитку математичної освіти у профільній школі,

визначити перспективні напрями її вдосконалення, розробити рекомендації щодо впровадження кращого європейського досвіду в українську освітню практику. Проведене дослідження має як теоретичне, так і практичне значення для розвитку математичної освіти в Україні, оскільки дозволяє не лише виявити проблеми та перспективи її розвитку, але й запропонувати конкретні шляхи їх вирішення.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження впливу вивчення математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти в Україні та на теренах Європейського Союзу дозволяє сформулювати низку теоретичних та практичних висновків, які мають важливе значення для вдосконалення математичної освіти.

Аналіз теоретичних засад дослідження та системний порівняльний аналіз організації математичної освіти у профільній школі України та країн Європейського Союзу виявили суттєві відмінності у підходах до навчання математичних дисциплін. Встановлено, що математична освіта у профільній школі України характеризується високим рівнем теоретичної підготовки, достатньою кількістю годин на вивчення математичних дисциплін у профільних класах, значною увагою до формування вмій розв'язувати стандартні математичні задачі. Водночас існують певні проблеми, зокрема недостатня практична спрямованість навчання, обмежене використання інноваційних технологій, недостатня увага до формування навичок математичного моделювання реальних процесів, аналізу та інтерпретації даних.

Європейські системи профільної математичної освіти, при всій їх різноманітності, мають низку спільних характеристик: диференціація навчання відповідно до профілю, наявність базового та поглибленого рівнів вивчення математики, компетентнісний підхід, використання інформаційно-комунікаційних технологій. Особливостями європейського підходу є значна увага до практичної спрямованості навчання, розвиток критичного мислення, формування навичок математичного моделювання реальних процесів, аналізу та інтерпретації даних, використання різноманітних форм і методів навчання, впровадження формувального оцінювання.

Експериментальне дослідження ефективності математичної освіти в профільній школі підтвердило висунуту гіпотезу про підвищення ефективності математичної освіти завдяки впровадженню методичної системи, яка інтегрує найкращі аспекти української та європейської практик. Розроблена методична система, що ґрунтується на компетентнісному підході та враховує європейський досвід, забезпечила суттєве підвищення рівня математичної підготовки учнів, розвиток загальнонавчальних умінь та навичок, формування ключових компетентностей, підвищення мотивації до вивчення математики.

Встановлено наявність позитивного кореляційного зв'язку між успішністю з математики та інших предметів, особливо тих, які активно використовують математичний апарат (фізика, хімія, інформатика). Виявлено позитивний вплив математичної підготовки на розвиток загальнонавчальних умінь та навичок, зокрема аналізу і синтезу, порівняння і класифікації, абстрагування і конкретизації, узагальнення і систематизації, моделювання, а також на формування ключових компетентностей учнів, особливо математичної, природничо-наукової, інформаційно-цифрової, підприємницької.

На основі аналізу європейського досвіду та результатів експериментальної роботи визначено перспективні напрями вдосконалення математичної освіти в Україні: розширення змісту математичної освіти за рахунок включення елементів дискретної математики, теорії ймовірностей, статистики, логіки; посилення практичної спрямованості навчання математики, збільшення уваги до розв'язування задач, пов'язаних з реальними ситуаціями; впровадження інноваційних методів навчання, зокрема проектного навчання, проблемного навчання, дослідницького навчання; розширення використання інформаційно-комунікаційних технологій; посилення міжпредметних зв'язків; впровадження формувального оцінювання.

Дослідження виявило, що найбільш ефективними формами і методами навчання математичних дисциплін у профільній школі є проблемне навчання, проектна діяльність, дослідницьке навчання, використання інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивні методи навчання. Встановлено, що

ефективність тих чи інших форм і методів навчання залежить від багатьох факторів, зокрема від змісту навчального матеріалу, рівня підготовки учнів, їхніх індивідуальних особливостей, матеріально-технічного забезпечення освітнього процесу.

Результати дослідження свідчать про необхідність системної трансформації математичної освіти у профільній школі України з урахуванням кращого європейського досвіду. Ключовим аспектом такої трансформації має стати зміщення акценту з формування предметних знань і вмінь на розвиток ключових компетентностей, які дозволять учням успішно застосовувати математичні знання для розв'язування практичних проблем, аналізу та інтерпретації даних, математичного моделювання реальних процесів.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми впливу вивчення математичних дисциплін на розвиток профільної середньої освіти. Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням психолого-педагогічних умов ефективного впровадження інноваційних технологій навчання математичних дисциплін, розробкою методик формування ключових компетентностей учнів засобами математики, дослідженням впливу математичної освіти на професійне самовизначення та подальшу професійну самореалізацію випускників, розробкою та експериментальною перевіркою інтегрованих курсів, які поєднують математику з іншими предметами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексєєва С. В. Особливості здобуття профільної середньої спеціалізованої освіти мистецького спрямування. Компетентнісно орієнтоване навчання: виклики та перспективи: збірник тез IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. Київ : Освіта, 2024. С. 7–10.
2. Андреас Шляйхер. Моделі профільної середньої освіти: інсайти з виступу засновника PISA. 2023. URL: <http://surl.li/rpjgd>
3. Андреас Шляйхер. М'які навички XX століття стали твердими навичками XXI. 2023. URL: <https://osvitanova.com.ua/posts/6110-andreas-shliaikher-miaki-navychky-xx-stolittia-staly-tverdymy-navychkamy-xxi>
4. Бурда М. І. Навчання математики в старшій школі на профільному рівні. 2016. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/712224/1/Method%20recomend.pdf>
5. Васильєва Д. В. Навчання математики у профільній середній освіті. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 108–111.
6. Ващенко Л. С. Профільне навчання біології у закладах загальної середньої освіти: статистичні характеристики. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 69–73.
7. Головка М. В. Особливості формування та реалізації курсів фізики базового та профільного рівнів Нової української школи. Проблеми сучасного підручника. 2024. № 32. С. 51–65.
8. Гоменюк Г. В. Методичні засади реалізації компетентнісного підходу в навчанні алгебри учнів основної школи: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Київ, 2016. 20 с.
9. Жерновникова О. та ін. Методичні особливості організації профільного навчання з математики в закладах загальної середньої освіти. Наукові записки кафедри педагогіки. 2022. № 51. С. 21–29.
10. Загородня А. А. Особливості диференціації змісту навчання у старшій школі. Актуальні проблеми вищої професійної освіти: матеріали V

- Міжнародної наук.–практ. конф. Київ, 2018. С. 62–64.
11. Загородня А. А. Система профільного навчання у старшій школі у добу незалежності. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. 2020. № 69(1). С. 163–167.
 12. Засекіна Т. М. Формування обов'язкових освітніх компонентів профільної середньої освіти. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 36–39.
 13. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : Розпорядження від 14 грудня 2016 р. № 988-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249613934>
 14. Кремень В. Г., Ляшенко О. І., Локшина О. І. Загальна середня освіта України в контексті освіти країн Європи: тривалість і структура. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2020. № 2(2). С. 1–10.
 15. Кремень В. Г., Топузов О. М., Ляшенко О. І., Мальований Ю. І., Засекіна Т. М. Профільна середня освіта: концептуальні засади для Нової української школи. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2023. № 5. С. 1–8.
 16. Кулінка Ю. С. Методика профільного навчання : навчально-методичний комплекс. Кривий Ріг : КДПУ, 2020. 54 с.
 17. Лашевська Г. А. Хімічний складник профільної середньої освіти. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 104–107.
 18. Лещенко М. П., Тимчук Л. І. Підходи до стандартизації сформованості інформаційно-комунікаційної компетентності учнів: польський досвід. Інформаційні технології і засоби навчання. Київ, 2014. № 4. С. 33–46.
 19. Лов'янова І. В. Професійно-спрямоване навчання математики у профільній школі: теоретичний аспект: монографія. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю.А., 2014. 368 с.
 20. Ляшенко О. І. Шляхи реалізації профільної середньої освіти в умовах

- реформування української школи. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 10–15.
21. Ляшенко О., Мальований Ю. Профільна середня освіта як об'єкт дидактичних досліджень. Світ дидактики: Дидактика в сучасному світі. Київ : Видавництво «Людмила», 2024. С. 3–4.
22. Ляшенко, О., & Мальований, Ю. Профільна середня освіта як об'єкт дидактичних досліджень. У Світ дидактики: Дидактика в сучасному світі (сс. 3–4). Видавництво «Людмила», 2024.
23. Макєєв С. Ю. Досвід реалізації компетентнісного підходу в українській системі освіти. Журнал «Перспективи та інновації науки». Серія: Педагогіка, психологія, медицина. 2023. № 1(19). С. 232–243.
24. Малихін О. В., Арістова Н. О., Ліпчевська І. Л. Нормативно-правове забезпечення профільної середньої освіти. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 88–94.
25. Матвієнко О. В., Полянничко З. О. Інформатизація шкільної освіти в Україні та Польщі: порівняльний аналіз. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. Київ, 2015. Вип. 4. С. 40–45.
26. Мельниченко Р. К. Організація профільного навчання в старшій школі зарубіжжя та його педагогічний супровід (компаративний аналіз). Педагогічні науки: збірник наукових праць Херсонського державного університету. 2018. № 81(1). С. 71–76.
27. Методика компетентнісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії: методичний посібник / Головка М. В., Засекін Д. О., Крячко І. П., Мацюк В. М., Мельник Ю. С., Непорожня Л. В., Сіпій В. В. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 297 с.
28. МОН України. Профільна середня освіта: почалося громадське обговорення проекту стандарту. 2023. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/profilna-serednya-osvita-pochalosya-gromadske-obgovorennya-proyektu-standartu>

29. МОН України. Семінар «Моделі профільної освіти за кордоном — перспективи для України». YouTube. 2023. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=v1UkZrHybNQ>
30. Мороз П. В. Особливості дослідницької діяльності учнів з історії у профільній школі. Профільна середня освіта: виклики і шляхи реалізації: збірник матеріалів методологічного семінару. Київ : Освіта, 2024. С. 119–123.
31. Нова українська школа. Дорожня карта реформи базової та профільної школи. Проєкт для обговорення / уклад.: Вакуленко Т., Гриневич Л., Лінник О. та інші; за заг. ред. Л. Гриневич. Київ : АКМЕ ГРУП, 2021. 46 с.
32. Овчарук О. В. Інтеграція ключової компетентності підприємливості в освітні програми в Україні: шлях до демократичної школи. Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University. 2017. № 2(2). С. 82–88.
33. Пасько І. Більше, менше чи дорівнює: скільки предметів вивчають українські діти порівняно з учнями в Польщі й Англії (докладна аналітика). 2023.
34. Прикладна спрямованість навчання математики в гімназії : Методичний посібник / Бурда М. І., Васильєва Д. В., Волошена В. В., Вашуленко О. П., Тарасенкова Н. А. К. : Видавничий дім «Освіта», 2024. 161 с.
35. Про затвердження державного стандарту профільної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 25 лип. 2024 р. № 851.
36. Про повну загальну середню освіту : Закон України від 16 січ. 2020 р. № 463-ІХ.
37. Сеїтосманов А., Фасоля О., Мархлевські В. Старша профільна школа: кроки до становлення. Методичні рекомендації. Київ, 2019. 52 с.
38. Соколенко Л. О. Про підготовку вчителів до навчання математики у старшій профільній школі. Вісник Черкаського університету. Черкаси, 2010. Вип. 191. С. 111–121.
39. Соколенко Л. О., Швець В. О. Прикладні задачі природничого характеру в

- курсі алгебри і початків аналізу: практикум. Навчальний посібник. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. 128 с.
40. Сучасні моделі професійної освіти і навчання в країнах Європейського Союзу: порівняльний досвід: монографія / В. О. Радкевич та ін.; за ред. В. О. Радкевича. Київ : ПТТО НАПН України, 2018. 223 с.
41. Тарасенкова Н. А. Організація навчання математики у старшій профільній школі : монографія / Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко, І. В. Лов'янова, З. О. Сердюк; за ред. Н. А. Тарасенкової. Черкаси: Видавець ФОП Гордієнко, 2017. 216 с.
42. Технології : нові навчальні програми для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень) : метод. коментарі провідних науковців Інституту педагогіки НАПН України. Київ : УОВЦ «Оріон», 2018. 47 с.
43. Технології профільного навчання : кол. монографія / Г. О. Васьківська та ін.; за ред. Г. О. Васьківської. Київ : Педагогічна думка, 2020. 304 с.
44. Гопузов О. М. Україна – ЄС: Крос-культурні освітні дослідження. OER Commons. URL: <https://oercommons.org/courseware/lesson/55606/student/?section=2>
45. Трансформаційні процеси у шкільній освіті країн Європейського Союзу та США : монографія / А. П. Джурило та ін. Київ : ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. 192 с.
46. Швець В. О. Теорія та методика навчання математики в старшій профільній школі: курс лекцій. Київ: Вид-во УДУ ім. Михайла Драгоманова, 2024. 504 с.
47. Шиян Р. Децентралізація освіти у Польщі: досвід для України. Київ : Юстон, 2016. 44 с.
48. European Commission. Education and Training in the EU - Facts and Figures - Statistics Explained. 2024. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Education_and_training_in_the_EU_-_facts_and_figures
49. European Education and Culture Executive Agency. The Structure of the

European Education Systems 2022/2023: Schematic Diagrams. Publications Office of the European Union. 2022. URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/publications/structure-european-education-systems-20222023-schematic-diagrams>

50. Kwiek M., Maassen P. (Eds.) National Higher Education Reforms in a European Context: Comparative Reflections on Poland and Norway. Higher Education Research and Policy. Vol. 2. Frankfurt and New York: Peter Lang, 2015. 242 p.
51. Marciniak Z. Poland as a global development partner: Education Reform. The World Bank, 2015.