

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕГРАТИВНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Хорошайлов Олександр

**Науковий керівник: кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри
математики, фізики та методик викладання Нічишина В.В.**

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,
м. Кропивницький, Україна*

У статті здійснено теоретичний аналіз психолого-педагогічних аспектів реалізації інтегративного підходу у процесі навчання математики учнів старших класів. Обґрунтовано актуальність інтеграції як відповіді на виклики сучасної освіти, що потребує формування цілісної наукової картини світу та подолання фрагментарності знань. Основну увагу зосереджено на психологічних механізмах сприйняття математичного матеріалу. Визначено, що інтегративний підхід виступає потужним стимулом для підвищення навчальної мотивації старшокласників, трансформуючи абстрактні математичні поняття у практично значущі інструменти пізнання реальності. Доведено, що встановлення міжпредметних зв'язків сприяє активізації когнітивних процесів: покращує запам'ятовування завдяки асоціативним зв'язкам, розвиває критичне та системне мислення, а також знижує рівень тривожності перед складними математичними задачами.

Ключові слова: інтегративний підхід, навчання математики, психолого-педагогічні умови, міждисциплінарні зв'язки, навчальна мотивація, старша школа, системне мислення.

**Psychological and pedagogical aspects of implementing an integrative approach in the study
of high school mathematics**

O. Khoroshailov

The article provides a theoretical analysis of the psychological and pedagogical aspects of implementing an integrative approach in the process of teaching mathematics to senior school students. The relevance of integration as a response to the challenges of modern education, which requires the formation of a holistic scientific picture of the world and overcoming the fragmentation of knowledge, is substantiated. The main attention is focused on the psychological mechanisms of perception of mathematical material. It is determined that the integrative approach acts as a powerful stimulus for increasing the educational motivation of senior school students, transforming abstract mathematical concepts into practically significant tools for cognition of reality. It is proven that the establishment of intersubject connections contributes to the activation of cognitive processes:

improves memorization due to associative connections, develops critical and systemic thinking, and also reduces the level of anxiety before complex mathematical tasks.

Keywords: integrative approach, mathematics teaching, psychological and pedagogical conditions, interdisciplinary connections, learning motivation, high school, systems thinking.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку української освітньої системи, що характеризується переходом до стандартів Нової української школи (НУШ) [1] та профілізації старшої ланки, питання якості математичної освіти набуває особливої гостроти. Традиційна класно-урочна система, яка десятиліттями домінувала в педагогічній практиці, часто призводила до формування у свідомості здобувачів освіти фрагментарної, «клаптикової» картини світу. У цій парадигмі фізика, хімія, біологія та математика існували як ізольовані острови знань, розділені прірвою міжпредметних бар'єрів. Учень, успішно розв'язуючи квадратні рівняння на уроці алгебри, часто виявлявся безпорадним перед аналогічною математичною моделлю, завуальованою в контекст фізичної задачі про рівноприскорений рух або хімічної задачі про рівновагу реакції.

Інтегративний підхід при вивченні математики у старших класах (10-11 класи) виступає не просто як методична інновація, а як фундаментальна відповідь на виклики XXI століття. Стрімке зростання обсягу інформації, конвергенція наук, виникнення нових міждисциплінарних галузей (біофізика, екофізика, математична лінгвістика) вимагають від випускника школи не стільки енциклопедичної пам'яті, скільки системного мислення, здатності бачити глибинні зв'язки між різнорідними явищами та трансформувати навички з однієї сфери в іншу.

Згідно з методичними рекомендаціями Міністерства освіти і науки України [1] щодо викладання математики, пріоритетом стає не механічне відтворення формул, а формування ключових компетентностей. У цьому контексті математика трансформується з об'єкта вивчення (наука заради науки) в універсальний інструмент пізнання реальності, мову, якою «написана книга природи».

Таким чином, виникає проблема пошуку ефективних засобів, які забезпечать реалізацію інтегративного підходу при вивченні математики, зокрема в старшій школі.

Дана робота пропонує аналіз теоретичних засад, нормативного забезпечення та практичних моделей реалізації інтегративного підходу, базуючись на актуальних дослідженнях, методичних розробках та аналізі навчальних програм.

Аналіз досліджень і публікацій.

Реалізація інтегративного підходу в Україні тісно пов'язана з впровадженням концепції «Нова українська школа» (НУШ) [1], яка переходить на рівень базової та старшої профільної освіти. Державний стандарт базової середньої освіти та проекти стандарту профільної освіти визначають наскрізні змістові лінії та ключові компетентності, які за своєю природою є інтегративними.

Наукові публікації співробітників відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України (М. Бурда, О. Глобін, Д. Васильєва [2]) підкреслюють, що в умовах профільного навчання інтеграція набуває особливого значення. Вона дозволяє реалізувати професійну спрямованість навчання, показуючи майбутнім інженерам, економістам чи біологам інструментальну цінність математичного апарату. Крім того, в умовах воєнного стану та необхідності подолання освітніх втрат, спричинених пандемією COVID-19 та війною, інтеграція розглядається як механізм оптимізації навчального часу та ущільнення матеріалу без втрати якості.

Фундаментальною основою інтегративного підходу є психологічні теорії асоціацій та формування ментальних схем. Згідно з дослідженнями Ю. Самаріна [6], на які спираються сучасні українські методисти [1-6], будь-яке знання є асоціацією. Найвищим рівнем розумової діяльності є формування міжсистемних асоціацій, які дозволяють переносити знання з однієї галузі в іншу. Саме інтегративне навчання стимулює утворення таких асоціацій, перетворюючи розрізнені факти на гнучку систему знань.

Українська педагогічна наука має потужну традицію дослідження методики математики, яка сьогодні трансформується під впливом інтеграційних процесів.

Академік М. Бурда [2-4] та його послідовники розглядають інтеграцію як інструмент реалізації наскрізних ліній. У підручниках та посібниках [10] пропонується групування задач навколо реальних ситуацій (наприклад, фінансові розрахунки, рух транспорту), що дозволяє формувати предметні та ключові компетентності одночасно. Акцент робиться на тому, що математичні знання повинні бути «дієвими» – тобто такими, що можуть бути застосовані в нестандартних ситуаціях.

Наукова школа З. Слєпкань та її послідовників [8] фокусується на розвивальній функції навчання. Методичні розробки цієї школи підкреслюють важливість системності: інтеграція не повинна руйнувати логіку самого предмету математики, а навпаки – підсилювати її через встановлення глибших зв'язків (узагальнення понять, єдині підходи до доведення).

Дослідження Д. Васильєвої [3,4] акцентують увагу на використанні цифрових платформ (GLOS та ін.) для інтеграції. В умовах дистанційного навчання та освітніх втрат, інтерактивні платформи дозволяють поєднати математику з інформатикою, забезпечуючи візуалізацію та гейміфікацію процесу. Це особливо ефективно для покоління, яке звикло до мультимедійного контенту.

Проектна діяльність дозволяє реалізувати інтеграцію в повному обсязі. Дослідження українських вчених (Н. Тарасенкова [10] та ін.) аналізують готовність вчителів до проектної діяльності. Результати свідчать, що хоча вчителі визнають важливість методу, вони часто стикаються з браком часу та методичної підтримки. Тим не менш, успішні приклади існують: створення проєктів «Розумний будинок» або аналіз енергоефективності вимагає застосування геометрії (площі, об'єми), фізики (теплопровідність) та економіки (вартість матеріалів, окупність).

Об'єкт дослідження – процес навчання математики учнів старшої школи (або процес формування математичної компетентності старшокласників).

Предмет дослідження – психолого-педагогічні умови та особливості реалізації інтегративного підходу під час вивчення математики.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати психолого-педагогічні аспекти впровадження інтегративного підходу в математичну освіту та визначити його вплив на мотивацію та якість засвоєння знань старшокласниками.

Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження.

В «Енциклопедії освіти» [5] інтегративний підхід визначається як методологічна стратегія, що веде до об'єднання елементів змісту освіти в цілісність. Результатом цього процесу є виникнення нової якості знань – системності, узагальненості та конденсованості. Інтеграція протистоїть диференціації, але діалектично пов'язана з нею: неможливо інтегрувати те, що не було попередньо диференційовано та глибоко вивчено. Тому інтегративний підхід у 10-11 класах не підміняє собою предметне навчання, а надбудовується над ним, створюючи метапредметний простір для застосування здобутих знань.

Інтеграція реалізується на кількох рівнях:

- 1) змістовий рівень: створення інтегрованих навчальних програм та курсів за вибором;
- 2) процесуальний рівень: використання інтегративних форм навчання;
- 3) організаційний рівень: узгодження календарного планування між вчителями-предметниками для забезпечення синхронізації вивчення споріднених тем.

Згідно з методичним посібником Н. Сєранової [9], сучасна освіта зміщує акцент з «накопичення знань» на «формування компетентностей». Інтегративно-компетентнісний підхід розглядається як інструмент формування компетентної особистості, здатної до самостійного навчання та соціальної адаптації. Математична компетентність при цьому визначається не як ізольована навичка

обчислень, а як складова життєвих компетентностей, що дозволяє людині функціонувати в сучасному технологічному суспільстві.

Навчальні програми для 10-11 класів містять чотири наскрізні змістові лінії, які слугують «каркасом» для інтеграції математики з іншими сферами життя та науками. Ці лінії є обов'язковими для реалізації на уроках і вимагають від учителя постійного виходу за межі підручника. Більш детально опишемо відповідні наскрізні лінії та їх наповнення.

1) екологічна безпека та сталий розвиток: інтеграція з біологією, екологією, географією. Аналіз впливу діяльності людини на довкілля;

2) громадянська відповідальність: інтеграція з правознавством, соціологією, історією. Формування активної громадянської позиції;

3) здоров'я і безпека: інтеграція з основами здоров'я, фізикою (безпека руху), медициною;

4) підприємливість та фінансова грамотність: інтеграція з економікою, фінансами. Підготовка до економічної діяльності.

Класична фізіологія вищої нервової діяльності, започаткована І. Павловим [6], стверджує, що основою навчання є утворення тимчасових нервових зв'язків. Розвиваючи цю ідею в педагогічному контексті, видатний психолог Ю. Самарін сформулював концепцію, згідно з якою будь-яке знання є асоціацією, а система знань – це складна, ієрархічно організована система асоціацій.

Самарін [6] виділив чотири рівні асоціацій, які відображають еволюцію пізнавальної діяльності учня старших класів:

1) локальні асоціації: це найпростіші, ізольовані зв'язки. Наприклад, учень запам'ятовує формулу площі круга, не пов'язуючи її ні з інтегральним численням, ні з фізичними задачами. Такі знання є нестійкими, важко відтворюються в змінених умовах і швидко забуваються. В умовах традиційного навчання значна частина інформації залишається саме на цьому рівні.

2) частково-системні асоціації. Формуються при вивченні окремої теми. Учень розуміє взаємозв'язок між радіусом, діаметром і довжиною кола. Це рівень інтеграції на рівні внутрішнього наповнення теми.

3) внутрішньо-системні асоціації. Охоплюють знання в межах одного предмета. Наприклад, учень усвідомлює зв'язок між алгебраїчним рівнянням кола та його геометричним образом на координатній площині. Це рівень, до якого прагне якісна предметна освіта.

4) міжсистемні асоціації. Це вищий рівень пізнавальної діяльності, який є психологічною основою інтегративного підходу. Міжсистемні асоціації виникають, коли поняття, сформоване в одній науковій системі (наприклад, математиці), використовується для аналізу явищ в іншій системі (наприклад, економіці чи біології). Саме утворення міжсистемних асоціацій забезпечує мобільність знань, їх гнучкість та дієвість. Коли старшокласник, вивчаючи похідну, асоціює її не лише з тангенсом кута нахилу дотичної, а й з миттєвою швидкістю хімічної реакції або граничними витратами в економіці, відбувається перехід мислення на якісно новий щабель абстракції та узагальнення.

Одним із найглибших пластів досліджень, що обґрунтовують необхідність та механізми інтеграції, є когнітивна психологія, зокрема теорія когнітивного навантаження та нейропсихологічні дослідження числових уявлень. Теорія когнітивного навантаження, розроблена J. Sweller [12], постулює, що робоча пам'ять людини має обмежену пропускну здатність. Ефективність навчання залежить від балансу трьох типів навантаження: внутрішнього, зовнішнього та корисного.

Внутрішнє навантаження визначається складністю самого матеріалу (наприклад, взаємодія елементів в квадратному рівнянні). Його неможливо усунути, але можливо структурувати.

Зовнішнє навантаження виникає через невдалий план навчання – наприклад, коли учню доводиться співвідносити текст в підручнику з діаграмою на іншій сторінці (ефект розділеної уваги). Традиційне ізольоване викладання часто створює високе зовнішнє навантаження, змушуючи учнів самостійно шукати зв'язки між розрізненими фактами з фізики та математики.

Корисне (релевантне) навантаження – це зусилля, спрямовані на побудову схем у довготривалій пам'яті.

Дослідження показують [1-5], що інтегративний підхід, за умови правильного планування, знижує зовнішнє навантаження і збільшує корисне. Наприклад, використання аудіо-візуальної інтеграції дозволяє обробляти інформацію суміжними (паралельними) каналами сприйняття, розвантажуючи робочу пам'ять. Інтегроване подання педагогічних та психологічних знань веде до кращого їх одночасного застосування, оскільки принципи «наповнюються» конкретним змістом, що полегшує їх кодування в пам'яті.

Аналіз методичної літератури [1-5,9] та вчительського досвіду дозволяє виділити найбільш продуктивні напрями інтеграції в 10–11 класах.

Математика та природничі науки (фізика, хімія, біологія). Фізика: вивчення похідної та інтеграла в 10-11 класах ідеально синхронізується з «механікою». Конспект інтегрованого уроку демонструє, як лінійна та квадратична функції застосовуються для розв'язання фізичних задач. Це надає абстрактним формулам фізичного змісту. Хімія: задачі на суміші, сплави та розчини традиційно викликають труднощі. Інтегровані уроки пропонують подвійний погляд: хімічний (через поняття моля і речовини) та алгебраїчний (через системи лінійних рівнянь). Це дозволяє учням обрати найбільш зручний метод розв'язання. Біологія та генетика: перспективний напрям інтеграції стохастичної лінії. Використання теорії ймовірностей та комбінаторики для розрахунку спадковості (решітка Пеннета, закони Менделя) перетворює біологію на точну науку в очах учнів. Приклад уроків [11] показує, як можна розраховувати ймовірність прояву рецесивних генів, використовуючи формули множення ймовірностей незалежних подій, що значно ефективніше за просте малювання величезних таблиць для полігібридного схрещування.

Математика та інформатика. Інтеграція з інформатикою стає необхідністю, а не вибором. Використання програмування (Python, R) або спеціалізованого ПЗ (GeoGebra, Excel) дозволяє моделювати процеси, які неможливо обчислити вручну. Дослідження вказують, що написання коду для розв'язання фізичних або математичних задач розвиває алгоритмічне мислення та дозволяє учням «відчути» математику через експеримент.

Для об'єктивної оцінки ефективності інтегративного підходу важливо звернутися до кількісних даних.

Масштабне опитування [7] вчителів математики виявило, що найвагомішим фактором ефективності інтегрованого навчання є сприйняття вчителя. Тобто, якщо вчитель розуміє цінність інтеграції та внутрішньо готовий до неї, результати учнів зростають. Цікаво, що стаж роботи та формальна кваліфікація мали значно менший вплив.

Експеримент з проєктним навчанням (Фізика та математика) [11], пропонує цікаву методику оцінки результатів за допомогою порівняння середніх (t-критерій Стюдента) та дисперсій (F-критерій Фішера). Результати показали, що в експериментальній групі, де застосовувалося інтегроване проєктне навчання, відбулося статистично значуще зростання успішності порівняно з контрольною групою, хоча на початку експерименту групи були однорідними. Це доводить, що інтеграція впливає не лише на інтерес, а й на якість знань.

Дослідження GIOS (Україна) [4] показує, що вивчення впливу онлайн-платформи з інтегрованими елементами на подолання освітніх втрат показало позитивну динаміку, особливо у «старших учнів». Самостійна робота з інтерактивним контентом дозволила частково компенсувати відсутність очного навчання, хоча роль вчителя залишається критичною для менших дітей.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

Проведений аналіз досліджень та публікацій дозволяє зробити наступні висновки. Інтегративний підхід у навчанні математики старшокласників базується на фундаментальних закономірностях функціонування мозку та психіки (теорія когнітивного навантаження, нейропсихологія числових уявлень, теорія асоціацій). Він сприяє формуванню гнучких, системних знань та знижує математичну тривожність. Емпіричні дані підтверджують, що інтегроване навчання (зокрема проєктна організація STEM) позитивно впливає на академічну успішність, розвиток критичного мислення та мотивацію учнів. Воно є ефективним інструментом реалізації компетентнісного підходу в умовах профільної школи. В умовах реформи НУШ інтеграція математичної освіти стає

ключовим фактором формування конкурентоспроможного людського капіталу. Вона дозволяє подолати розрив між теорією та практикою, готуючи молодь до вирішення складних міждисциплінарних проблем сучасності.

Подальші дослідження повинні фокусуватися на розробці конкретних методичних комплексів для старшої профільної школи, інтегративних процесів та ефективних моделей підготовки вчителів до роботи в умовах інтеграції.

Список використаної літератури:

1. Бібік Н. М. Переваги і ризики запровадження Концепції «Нова українська школа» в початковій освіті. Український педагогічний журнал. 2017. № 1. С. 26-32.
2. Методика навчання математики в основній школі в умовах профільного навчання : методичний посібник / М. І. Бурда, Д. В. Васильєва, О. І. Глобін [та ін.] ; за заг. ред. М. І. Бурди. Київ : Педагогічна думка, 2020. 232 с.
3. Васильєва Д. В. Змішане навчання математики: від теорії до практики. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2020. № 4. С. 27-31.
4. Васильєва Д. В. Подолання освітніх втрат з математики: можливості цифрової платформи GIOS. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2023. № 2. С. 15-20.
5. Енциклопедія освіти / НАПН України ; голов. ред. В. Г. Кремень. 2-ге вид., допов. та перероб. Київ : Юрінком Інтер, 2021. 1144 с.
6. Максименко С. Д. Психологія навчання : навч. посіб. Київ : КММ, 2010. 272 с.
7. Патрикеева О. О., Горбенко С. Л., Лозова О. І. STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку в Україні (за результатами соціологічних досліджень). Освітня аналітика України. 2021. № 1. С. 48–63.
8. Слєпкань З. І. Методика навчання математики : підручник. 2-ге вид., допов. і переробл. Київ : Зодіак-ЕКО, 2006. 482 с.
9. Серанова Н. С. Реалізація компетентнісного підходу у навчанні математики : навч.-метод. посіб. Харків : Друкарня Мадрид, 2018. 120 с.
10. Тарасенкова Н. А. Інновації в шкільній математичній освіті: проблеми і перспективи впровадження. Дидактика математики: проблеми і дослідження. 2018. Вип. 48. С. 7-14.
11. Школа О. В. Методична система навчання фізики учнів основної школи з використанням проектних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02. Черкаси, 2015. 480 с.
12. Sweller J., Ayres P., Kalyuga S. Cognitive Load Theory. New York : Springer, 2011. 290 p.

Відомості про авторів:

Хорошайлов Олександр Олександрович – студент II курсу магістратури факультету інформаційних технологій, математики та природничих наук Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, тел. +380961719251, e-mail: horochilov20251@gmail.com.