

УДК 378.147:004.9

**В.Є. Величко,**

кандидат фізико-математичних наук, доктор педагогічних наук, професор,  
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»  
ORCID: 0000-0001-9752-0907

**О.Г. Федоренко**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»  
ORCID: 0000-0002-1897-874X

**Є.С. Олійник**

здобувач ОП «Середня освіта (математика)» другого магістерського рівня  
Донбаський державний педагогічний університет  
ORCID: 0000-0002-7237-1594

## **АЛГОРИТМІЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ**

У статті досліджується поняття алгоритмічна компетентність, розглядається її роль у структурі професійної компетентності вчителів математики. Розглядаються шляхи формування алгоритмічної компетентності майбутніх учителів математики.

**Ключові слова:** професійна компетентність, алгоритмічна компетентність, алгоритмічна культура, алгоритмічне мислення, формування алгоритмічної компетентності.

**V.Ye. Velychko, O.G. Fedorenko, E.S. Oliynyk**  
Donbas State Pedagogical University

## **ALGORITHMIC COMPETENCE OF MATHEMATICS TEACHERS AS A COMPONENT OF PROFESSIONAL COMPETENCE**

The article examines the concept of algorithmic competence, considers its role in the structure of professional competence of mathematics teachers. Ways of forming the algorithmic competence of future mathematics teachers are considered.

**Keywords:** professional competence, algorithmic competence, algorithmic culture, algorithmic thinking, formation of algorithmic competence.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Неспинний процес євроінтеграції для України впливає на соціокультурну та економічну складову держави. В галузі освіти постає питання підвищення освіти в країні задля реалізації можливості громадян здійснювати професійну та освітню мобільність, гідно конкурувати на світовому ринку праці, гідно представляти освіту та культуру країни. Реформування освіти відбувається постійно, бо освіта є віддзеркаленням суспільства а воно постійно змінюється. З'являються нові

пріоритети та цінності, нові технічні можливості для навчання та нові обмежуючі фактори, нові запити на підготовку вчителів та нові компетентності якими вони повинні володіти.

Значна роль у переліку наскрізних компетентностей вчителів відводиться інформаційно-комунікаційній. Концепція Нової української школи в своїй основі передбачає формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів і не може бути повноцінно реалізованою без сформованості вмінь майбутніх учителів щодо пошуку, обробки, розповсюдження інформації, розроблення електронних освітніх ресурсів, організації ефективної комунікації, етичного та правового поведіння в цифровому просторі. Не тільки ІКТ постійно змінюються, покращуються, створюються нові, а і термінологія. На сьогодні в Україні є певна трансформація від американської термінології основа якої базується на слові «електронні» до європейської термінології, основою на слові цифрові. А тому принципово не має значення електронне це навчання чи цифрове, головне те, що воно здійснюється засобами інформаційно-комунікаційних технологій, вплив яких на освітні тренди є незаперечним.

Компетентнісний підхід надає можливість оцінити якість підготовки фахівця, якими знаннями, вміннями та навичками він володіє. А тому в процесі фахової підготовки майбутнього вчителя необхідно чітко визначити ті компетентності, якими він повинен володіти. Під професійною компетентністю майбутнього вчителя будемо розуміти інтегративну якість особистості, що являє собою готовність педагога реалізовувати свій особистісний потенціал (знання, уміння, особистісні якості, професійний досвід) для успішного вирішення типових професійних завдань, які виникають у реальній педагогічній діяльності інформаційного суспільства. Для майбутнього вчителя математики Сергій Петренко та Людмила Петренко у своєму дослідженні прийшли до висновку, що «професійна компетентність майбутнього вчителя математики представляє не тільки наявний, результативний рівень його підготовленості з математики (теоретичних знань із предмету, умінь і навичок оперування з математичними об'єктами тощо), але й володіння психолого-педагогічними знаннями та вміннями (знання способів отримання математичних фактів і їх передачі, навички вдосконалення математичних знань і вмінь, знання міжпредметних зв'язків, знання історії математики тощо), а також наявність особистісних якостей, що дозволяють впливати на духовний світ своїх вихованців» [1]. Сьогодення української освіти, що пов'язане з критично швидким переходом до дистанційної форми організації навчального процесу, вимагає від професійної компетентності ще одну складову – інформаційно-комунікаційну. Саме інформаційно-комунікаційна компетентність надає можливість у повному обсязі провадити професійну діяльність, знаходити шляхи взаємодії між вчителем та учнем, впроваджувати нові форми та методи організації навчання.

Інформаційно-комунікаційна компетентність доволі складна за своєю сутністю. Кількісна характеристика технологій, що використовуються в освітній діяльності сьогодення доволі широка, сучасний вчитель повинен володіти не тільки добре засобами комунікації, а й застосовувати у освітньому процесі

програмне забезпечення загального та спеціального призначення. Використовувати системи комп'ютерної математики в навчальному процесі є нагальною проблемою, адже учні вже володіють цими засобами і застосовують їх у своїх розвідках. Вчитель не може бути осторонь цих процесів і робити вигляд що нічого не відбувається. Звідси виникає нове завдання з підготовки майбутніх вчителів математики – розвиток алгоритмічної компетентності.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Алгоритмічна компетентність та її формування представлено у публікаціях вітчизняних та закордонних дослідників. Людмила Ібрагімова визначає алгоритмічну компетентність як «усвідомлення актуальності алгоритмічної діяльності в професійній сфері, наявність знань про алгоритми, способи їх уявлень, про роботу з алгоритмами, вміння застосовувати отримані знання в професійній діяльності» [2]. При цьому формування алгоритмічної компетентності автор вбачає у спрямуванні на усвідомлене використання набутих знань у практичну діяльність що одночасно виступає засобом навчання. В процесі формування якого відбувається формування способів самостійного регулювання практичної та розумової діяльності в ході розв'язування конкретних професійних задач.

Алгоритмічна компетентність, за дослідженням Владислава Величка, Ольги Вінниченко, Кирила Попова та Олександра Чернишова визначають через її ознаки, а саме [3] передбачає:

- володіння базовими алгоритмічними конструкціями, поняттями теорії алгоритмів, стандартними алгоритмами і сучасними засобами розробки алгоритмів;
- розуміння обчислювальної системи як універсального виконавця алгоритмів;
- опанування сучасними системами розробки програмного забезпечення, у тому числі візуального.

Окрім того автори розглядають один із шляхів її формування через застосування візуального програмування. Було зроблено висновок про те, що «застосування засобів візуального програмування надають можливість сформуванню у майбутніх учителів інформатики змістовий компонент алгоритмічної компетентності, а постійне та гармонійне застосування до формування діяльнісного компоненту алгоритмічної компетентності» [3].

Схожі поняття розглядає Надія Василенко досліджуючи підготовку фахівців з публічного управління [4]. Розглядаючи сутність алгоритмічного підходу до розв'язування задач автор доходить висновку, що «спроможність фахівців з публічного управління піддавати алгоритмізації свої дії залежить від рівня його розвитку алгоритмічної компетентності». При цьому під алгоритмічною компетентністю розуміється здатність мислити алгоритмічними категоріями, що є важливим засобом попередження помилок як під час прийняття результативного управлінського рішення, так і під час складання алгоритму послідовних управлінських дій фахівцями з публічного управління.

Формування алгоритмічної компетентності важлива для будь-яких фахівців, не є виключенням і вчителі інформатики. Не зважаючи на те, що

поняття алгоритму входить до галузі інформаційні технології, для майбутніх вчителів інформатики формування алгоритмічної компетентності є важливим складником професійної підготовки. Саме цьому аспекту присвячено роботу Наталії Кушнір та Віктора Шакоцько [5]. Дослідники прийшли до висновку, що для викладання змістовної лінії з основ алгоритмізації та програмування майбутні вчителі інформатики повинні мати фундаментальну підготовку з цього напрямку. Таким чином, професійна підготовка майбутніх учителів інформатики повинна ґрунтуватись на принципі фундаменталізації навчання.

Проблему формування алгоритмічної культури через використання алгоритмічного методу розв'язування задач досліджували Анна Дудко та Людмила Матяш [6]. Розглядаючи як приклад метод математичної індукції як певний алгоритм автори стверджують, що його застосування сприяє розвитку алгоритмічної культури учнів. Формування алгоритмічної компетентності на прикладі алгоритму до можливих способів розв'язання найбільш типових задач на побудову конфігурації Дезарга з невластими елементами розглянули у своєму дослідженні Олександр Кадубовський, Ольга Соколова та Анна Шульгіна [7]. Автори вважають, що створення певного алгоритму розв'язування задач того чи іншого типу не тільки сформує поняття алгоритмічна культура, а і дозволить отримати навички систематизації знань.

**Формулювання мети статті.** Проведені розвідки говорять про актуальність теми дослідження, наявності досліджень з цього напрямку, рекомендацій щодо формування алгоритмічної компетентності майбутніх фахівців. Для формування цілісної позиції процесу формування алгоритмічної компетентності необхідно більш докладно розглянути шляхи реалізації цього процесу. Таким чином метою статті є дослідження місця алгоритмічної компетентності у структурі професійної компетентності майбутніх учителів математики та шляхи формування алгоритмічної компетентності.

**Виклад основного матеріалу.** Чинна навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з математики для 5-9 класів однією із ключових компетентностей визначає інформаційно-цифрову компетентність [8]. До умінь, якими повинен володіти учень віднесено: «структурувати дані; діяти за алгоритмом та складати алгоритми; визначати достатність даних для розв'язання задач; використовувати різні знакові системи; знаходити інформацію та оцінювати її достовірність; доводити істинність тверджень». Перелік умінь визначає види діяльності, що може виконувати учень. Структурувати дані, діяти за алгоритмом та складати алгоритм мають відношення до алгоритмічної компетентності. Алгоритм, як одне з невизначених понять, має властивості, різні описи, характеристики тощо і напряму пов'язані з такими поняттями як виконавець алгоритму та середовище виконавця алгоритму. В загальному випадку ми повинні розглядати в якості виконавця алгоритму учня у відповідному навчальному середовищі розв'язування математичних задач. Але учень, для дослідницьких цілей або цілей пришвидшення рутинних обчислень може використовувати і обчислювальні можливості комп'ютерних пристроїв. В цьому випадку, не змінюючи акценти, ми

вже будемо говорити про більш складний рівень алгоритмічної компетентності – створення алгоритмів та їх реалізації будь якими засобами.

Важливими поняттями дотичними до алгоритмічної компетентності є поняття алгоритмічне мислення та алгоритмічна культура. Як перше так і друге поняття доволі складне і розвивається разом з розвитком інформаційного суспільства. Алгоритмічне мислення полягає у здатності до конструювання алгоритмів. Причому алгоритми являють собою специфічними продуктами людської діяльності. Формування алгоритмічного мислення стосовно математики тісно пов'язано з формуванням загального уміння розв'язувати задачі. Створення загального способу розв'язування певного класу задач у вигляді алгоритму полягає у знаходженні загального способу розв'язування класу задач, що може бути представлено у вигляді конструктивних, однозначно зрозумілих послідовних кроків, що призведуть до вирішення задачі. Останнє і є алгоритмом, а тому здатність до його створення є необхідною складовою професійної компетентності.

Саме алгоритмічна компетентність вчителя математики необхідна для того, щоб сформувані алгоритмічну компетентність учнів. Алгоритмічна діяльність на уроках математики формує не тільки знання і навички такої діяльності, а і загальну компетентність до вирішення будь яких життєвих задач у подальшому. Не варто вважати, що алгоритмічна діяльність призупиняє творчій підхід до розв'язування математичних задач. Алгоритмічна діяльність полягає у тому, що учні узагальнюють розв'язування певного класу математичних задач, що є більш складною задачею ніж розв'язок певної задачі з певними вхідними значеннями. В якості порівняння алгоритмічної діяльності можна навести розв'язування задач з параметрами, тільки в цьому класі задач є один параметр, а в алгоритмічній діяльності їх невизначена кількість і необхідно проаналізувати можливі значення кожного з них. Алгоритмічна діяльність застосовує і абстрактне мислення (у нашому випадку алгоритмічне), що є не тільки корисним в галузі математика, а і в будь якій іншій галузі людської діяльності.

Як вже зазначалось алгоритмічна діяльність учнів поряд із поняттям «алгоритмічне мислення» використовується і більш ширше поняття – «алгоритмічна культура». Володимир Корольський та Анатолій Капіносов поняття алгоритмічної культури у своєму дослідженні трактують як «комплекс особистісних якостей і певний рівень алгоритмічного мислення, які забезпечують:

- 1) розуміння ролі алгоритмів у різних видах діяльності;
- 2) уміння діяти за заданим алгоритмом (у розгорнутій чи згорнутій формі);
- 3) уміння здійснювати вибір і застосовувати алгоритми у своїй діяльності;
- 4) уміння конструювати алгоритми;
- 5) уміння описувати спосіб розв'язувати задачі у вигляді алгоритмічного припису» [9].

Одним з важливих питань формування алгоритмічної компетентності є

визначення її сформованості. За якими критеріями можна визначити чи володіє майбутній вчитель математики алгоритмічною компетентністю в достатній мірі. Маріан Бірка вважає, що можна визначити сформованість алгоритмічної компетентності за наступними основними характеристиками [10]:

- здатність учителя до побудови моделі проблеми, яка виникла в цілому;
- здатність учителя до визначення необхідного результату та вибору на цій основі вихідних даних для вирішення проблеми;
- здатність учителя виділяти основні дії, необхідні для вирішення поставленої проблеми;
- здатність учителя впорядковувати дії, необхідні для вирішення поставленої проблеми;
- здатність учителя співвідносити отримані результати із тим, що очікувалось.

Наведені позиції відповідають відомому алгоритму розв'язування задач за допомогою обчислювальної техніки. Цей алгоритм складається з п'яти послідовних пунктів виконання з можливістю повернення до попереднього у разі необхідності. Маємо наступні кроки:

1. Постановка задачі (визначаються вхідні та вихідні дані, можливі застосування тих чи інших методів, засобів та ідей);
2. Побудова математичної/інформаційної моделі задачі (визначаються можливі зв'язки між даними, залежності, логічні послідовності тощо, які математичні методи можна застосовувати для розв'язування задачі);
3. Побудова алгоритму (в тій чи іншій формі запису алгоритму);
4. Реалізація алгоритму (за допомогою мов програмування або скористувавшись існуючим прикладним програмним забезпеченням);
5. Тестування реалізації алгоритму (за результатами тестування можливе повернення до реалізації алгоритму, побудови алгоритму або навіть до побудови математичної/інформаційної моделі та постановки задачі).

Схожість наведеного алгоритму розв'язування задач за допомогою обчислювальної техніки та характеристики сформованості алгоритмічної компетентності надає нам можливість стверджувати, що розв'язуючи задачі за допомогою обчислювальної техніки майбутні вчителі математики сформуєть навички алгоритмічної компетентності. Розглянемо якими засобами ми можемо сформуєть алгоритмічну компетентність під час професійної підготовки майбутніх учителів математики.

Перш за все це системи комп'ютерної алгебри. Сьогодення розвитку інформаційних технологій надає можливість застосовувати під час професійної підготовки різноманітні системи як десктопні (GAP, Maple, Mathcad, Mathematica, MATLAB, Maxima, Reduce, Sage, GNU Octave, Scilab, SPSS, Statistica тощо) так і хмарні (CoCalc, Wolfram|Alpha тощо). Серед існуючих систем комп'ютерної алгебри є як пропрієтарні системи, так і ті, що розповсюджуються за різними вільними ліцензіями. Таким чином під час професійної підготовки майбутніх учителів математики є можливість



познайомитись з декількома системами. Бо навіть пропрієтарні системи мають ознайомчі варіанти використання або варіанти із зменшеними або обмеженими можливостями.

В системах комп'ютерної алгебри реалізовані майже всі, на сьогодні, відомі алгоритми в математиці, і це не тільки чисельні алгоритми, а і символічна математика, побудова графіків тощо. Більшість систем мають власну мову програмування, що надає можливість застосовувати їх для моделювання різних процесів. Результати обчислень можна презентувати засобами пакету роботи з текстовим пакетом LaTeX. Саме цей стандарт є признаним для запису математичних текстів, а тому не потрібно виконувати перетворення отриманих результатів для їх публікації. Хмарні середовища надають ще і можливість збереження ваших даних, що в свою чергу має рад переваг щодо їх використання та публікації.

Корисним у процесі професійної підготовки є застосування і систем динамічної геометрії. Побудова графічних зображень для вирішення задач з геометрії є не тільки корисним, а і необхідним. Коли учні починають вивчення стереометрії, то при традиційному навчанні вчитель може застосовувати для демонстрації готові макети. При електронному навчанні, що є основним засобом при дистанційній формі організації навчального процесу, демонстрація готових макетів не завжди має ой самий ефект. І тоді вчитель створює геометричні 3D моделі які учень може розглядати скільки завгодно разів під різним кутом. Складні геометричні 3D моделі (перерізи та поєднання геометричних фігур) теж будуються в системах динамічної геометрії за певним алгоритмом. Цей алгоритм повністю відповідає креслярському алгоритму, коли учні будуть створювати у зошитах рисунки до задачі. Окрім того системи динамічної геометрії надають можливість створювати колекції графічних моделей і робити з ними експерименти змінюючи ті чи інші параметри.

Як ми вже зазначали, деякі системи комп'ютерної алгебри володіють власними мовами програмування, опанування яких з одного боку не є складним, а з іншого корисним, бо майбутні вчителі математики опановують основні алгоритми конструкції розгалуження, цикли, вибір тощо. Деякі з систем комп'ютерної алгебри підтримують загально відомі мови програмування високого рівня. До таких систем відноситься, наприклад, Sage або її хмарний варіант CoCalc. Ця система не тільки вбудувала в себе відкриті можливості систем GAP, Maxima, Singular (алгебра та алгебраїчна геометрія), GMP, MPFR, MPFI, NTL, PARI, mwrank, есм (для арифметики будь-якої точної точності та арифметичної геометрії), Maxima, SymPy, GiNaC (для математичного аналізу), Symmetriza, Sage-Combinat (комбінаторика) та багато інших пакетів для лінійної алгебри, теорії графів та теорії груп, чисельних розрахунків тощо ця система має розвинуті графічні можливості, вміє взаємодіяти з базами даних тощо. Окрім того Sage (CoCalc) підтримує інтерпретатор мови програмування Python. Таким чином вільне програмне забезпечення надає можливість організувати середовище дослідника, адже всі ці компоненти пов'язані один з одним і забезпечується зв'язок між ними на рівні даних.

Окрім систем комп'ютерної математики, як ми вже зазначали, для розв'язування задач за допомогою обчислювальної техніки полягає у застосуванні мов програмування високого рівня. Недоліком цього способу вирішення математичних задач є необхідність структуризації даних, що не треба робити при застосуванні систем комп'ютерної математики. Перевагою використання мов програмування високого рівня є підвищення швидкості виконання програм. Інтерпретатор мови Python не саме найшвидше середовище для швидкого виконання програм, навіть якщо ми будемо використовувати сторонні математичні пакети. Окрім того, якщо дослідник хоче провести експеримент з новим алгоритмом або удосконаленим відомим, то його реалізація можлива тільки за допомогою мов програмування високого рівня.

Обидва наведені способи реалізації алгоритму розв'язування математичної задачі має право на існування. Згадані засоби не тільки пришвидшують обчислення і надають можливість моделювання, з їх допомогою вчителі математики можуть створювати електронні освітні ресурси високої якості, що відповідають загальноприйнятим стандартам представлення математичного тексту.

**Висновки.** Алгоритмічне мислення допомагає нам у вирішенні поточних та перспективних задач. Формування алгоритмічної компетентності є необхідним складником професійної підготовки майбутніх вчителів математики. Аналіз результатів сформованості алгоритмічної компетентності надав можливість порівняти його з алгоритмом розв'язування задач за допомогою обчислювальної техніки. Таким чином, широке застосування обчислювальної техніки надає можливість сформувати алгоритмічну компетентність, що є складником професійної компетентності майбутніх вчителів математики.

До подальших розвідок необхідно включити питання ефективного та гармонійного застосування обчислювальних засобів під час вивчення різних розділів вищої математики, дидактичні можливості застосування систем комп'ютерної математики та програмування мовами високого рівня під час майбутньої професійної діяльності та можливість створення якісних електронних освітніх ресурсів як засобів електронного навчання.

### Список використаних джерел

1. Петренко, С., Петренко, Л. (2018). Формування професійної компетентності майбутніх учителів математики: теоретичний аспект. Вісник СДПУ, Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, № 7 (81), <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2018.07/208-218>
2. Ібрагімова, Л. А. (2019) Аналіз базових понять з формування алгоритмічної компетентності. Інформаційні технології в освіті та науці: зб. наук. праць (11). pp. 130-133. <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/10293/>
3. Величко, В., Вінниченко, О., Попов, К., & Чернишов, О. (2021). Формування алгоритмічної компетентності майбутніх учителів засобами



- візуального програмування. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*, (11), 101-107. <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079112021234845>
4. Василенко, Н. В. (2020). Алгоритмічна компетентності фахівця з публічного управління: алгоритмічні знання, алгоритмічне мислення, алгоритмічна культура. *Науковий вісник: Державне управління*, (2 (4)). [https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2\(4\)-63-72](https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2(4)-63-72)
  5. Кушнір, Н. О., & Шакотько, В. В. (2019). Формування алгоритмічних компетентностей майбутніх учителів інформатики на новому етапі розвитку освіти. *Науковий часопис НПУ імені МП Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, (21 (28)), 83-92. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series.2.2019.21\(28\).14](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series.2.2019.21(28).14)
  6. Дудко, А., & Матяш, Л. (2021). До проблеми формування алгоритмічної культури учнів. *Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету ПНПУ імені В.Г. Короленка*, <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/17845>
  7. Кадубовський, О., Соколова, О., & Шульгіна, А. (2021). До задач на конфігурацію Дезарга з невластими елементами та суміжні питання: методика навчання математики в закладах загальної середньої та вищої освіти. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*, (11), 151-172. <https://doi.org/10.31865/2413-26672415-3079112021234879>
  8. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів з математики (5-9 класи), Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804, <https://cutt.ly/60TKzbH>
  9. Корольський, В. В., & Капіносов, А. М. (2013). Математична алгоритмічна компетентність: теоретико-методичні основи формування, структура та рівні. *Educational Dimension*, 37, 78-84.
  10. Бирка, М. Ф. (2019). Алгоритмічне мислення як інструмент ефективної професійної діяльності вчителя у світі VUCA. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. No 66, Т. 1. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.66-1.20>

[velichko@ddpu.edu.ua](mailto:velichko@ddpu.edu.ua)