

УДК 37.015.311

Тихонова Тетяна Валентинівна

доктор педагогічних наук, доцент,

завідувач кафедри педагогіки, психології та менеджменту освіти

Миколаївський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, м. Миколаїв, Україна

tetiana.tykhonova@moippo.mk.ua

ORCID: 0000-0002-5276-3478

Кошкіна Ганна Леонідівна

викладач кафедри сучасних мов

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

forget.me.not@ukr.net

ORCID: 0000-0001-6018-7397

COMPUTATIONAL THINKING ЯК СУЧАСНИЙ ОСВІТНІЙ ТРЕНД

Анотація. У статті розглянуто сутність поняття «computational thinking» як актуального сучасного тренду у закордонній освіті. Запропоновано використовувати термін «комп'ютаційне мислення» для назви цього поняття у вітчизняній освіті. Обґрунтовано актуальність, теоретичну значущість поняття комп'ютаційного мислення, описано різні підходи до визначення його сутності. Представлено операційне означення комп'ютаційного мислення для 12-річної середньої освіти. Надано авторське означення комп'ютаційного мислення як розумової здатності людини вирішувати складні проблеми шляхом побудови систем та процесів рішення, які можуть бути реалізовані за допомогою комп'ютерів. Описано основні компоненти комп'ютаційного мислення: декомпозицію, розпізнавання шаблонів, абстракцію і алгоритми. Автори підкреслюють, що комп'ютаційне мислення притаманне перш за все програмістам, але з розвитком комп'ютерів та їх використанням в усіх галузях життєдіяльності людини, цей вид мислення стає універсальним умінням, необхідним будь-кому для успішного існування у цифровому суспільстві. Комп'ютаційне мислення тісно пов'язане з процесуальним, алгоритмічним, структурним і критичним мисленням та містить ці види мислення. Обґрунтовано необхідність формування комп'ютаційного мислення учнів під час вивчення різних шкільних предметів. Охарактеризовано досвід підвищення кваліфікації вчителів у питаннях формування і розвитку комп'ютаційного мислення учнів. Зроблено висновок, що впровадження методів та засобів формування комп'ютаційного мислення в освітній процес потребує широкомасштабної безперервної професійної підготовки вчителів та нових педагогічних підходів.

Ключові слова: цифрова освіта; цифрова компетентність; професійна підготовка вчителів; комп'ютаційне мислення; декомпозиція; розпізнавання шаблонів; абстракція; алгоритми

Постановка й обґрунтування актуальності проблеми. Підписання Україною Угоди про Асоціацію з Європейським Союзом сприяє поступовому узгодженню основних цілей розвитку інформаційного суспільства в Україні з орієнтирами європейського розвитку. Серед них – ініціатива «Цифровий порядок денний для Європи» («Digital agenda for Europe») [15], яка визначає пріоритетні позиції розбудови інформаційного суспільства в рамках європейської стратегії економічного розвитку «Європа 2020: стратегія розумного, сталого і всеосяжного зростання» («Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth») [12]. Із метою інтеграції у світові процеси цифровізації Кабінетом Міністрів України розроблено низку документів щодо розвитку цифрового суспільства: проект «Цифрова адженда України – 2020» («Digital Agenda for Ukraine – 2020») [6], «Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки» [3].

Серед першочергових сфер та ініціатив цифровізації України – поширення цифрової освіти. У названих документах широко вживані поняття «цифрової грамотності», «цифрової компетентності», «цифрового інтелекту», зокрема вказано на

актуальність формування наскрізної (кроссплатформової) цифрової компетентності. Питання стосовно розвитку цифрової освіти в Україні узгоджуються з такими європейськими документами як: «Цифрова компетентність на практиці: рамковий аналіз» [17], «План дій щодо цифрової освіти» ("Digital Education Action Plan") [13] тощо.

Разом із нормативно-правовим обґрунтуванням понятійного апарату цифрової освіти відбувається й наукове осмислення та потрактування цілої низки дефініцій. Зарубіжні автори Д. Белшоу (D. Belshaw), Б. Гірш (B. Hirsch), Г. Крибер та Р. Мартін (G. Creeber & R. Martin), Л. Манович (L. Manovich), Дж. Стommел (J. Stommel) тощо, вітчизняні науковці В. Биков, М. Лещенко, І. Малицька, Н. Морзе, О. Овчарук та ін. розтлумачують категорії «цифрової грамотності», «цифрової компетентності», «цифрової культури» та дотичні до них поняття, визначають їх структуру та специфічні особливості, пов'язані зі стрімким розвитком сучасних цифрових технологій.

У багатьох європейських документах, що стосуються розвитку цифрової освіти, вживається поняття «computational thinking» (комп'ютаційне мислення) як один із показників сформованості цифрової компетентності. Так у документі «Рамка цифрової компетентності» («Digital Competence Framework: your questions answered») [16] правління Уельсу (Великобританія) визначає цифрову компетентність як набір умінь, що дозволяє людині бути впевненим цифровим громадянином, взаємодіяти та співпрацювати в цифровому режимі, створювати роботу в цифровому форматі, розумітися на обробці даних та мати розвинене комп'ютаційне мислення. Про актуальність сформованості такого типу мислення свідчить, наприклад, звіт Об'єднаного дослідницького центру (Joint Research Centre) Європейської комісії «Про розвиток комп'ютаційного мислення в сфері обов'язкової освіти – наслідки для політики і практики» ("Developing Computational Thinking in Compulsory Education – Implications for Policy and Practice") [9].

Аналіз наукових досліджень. Феномен «Computational Thinking» активно досліджується зарубіжними науковцями у таких аспектах:

- сутність та складові поняття «Computational Thinking» (Ж. Вінг (J. Wing), С. Пейперт (S. Papert), , Є. К. Хеннер та ін.);
- формування комп'ютаційного мислення учнів у процесі навчання шкільних предметів (В. Барр (V. Barr), Ж. Гал-Езер (J. Gal-Ezer), Ч. Стефенсон (Ch. Stephenson) та ін.);
- формування та розвиток комп'ютаційного мислення вчителів (Ж. Воогт (J. Voogt), І. Лі (I. Lee), Г. Хонг (H. Hong), Ж. Лепельтак (J. Lepeltak), А. Ядав (A. Yadav) та ін.).

У вітчизняній педагогічній науці поняття «Computational Thinking» майже не досліджувалося, більш того, переклад цього терміну на українську мову ще не є сталим. Деякі автори пропонують словосполучення «обчислювальне мислення» [2, 5], є приклади вживання терміну «комп'ютерне мислення» [4]. Ми вважаємо, що будь-який переклад на українську мову слова «computational» (обчислювальне, комп'ютерне, операційне) звужує його смисл та сутність, тому пропонуємо ввести термін «комп'ютаційне мислення» (за аналогією з терміном «комп'ютаційна педагогіка» [1]).

Виокремлення аспектів проблеми, які ще недостатньо вивчені. Незважаючи на те, що зарубіжні вчені зробили значний вклад у поширення та розвиток поняття комп'ютаційного мислення як освітнього тренду, ще багато питань залишаються недослідженими. Потребують розгляду питання уточнення сутності поняття «комп'ютаційного мислення» у вітчизняній педагогічній науці, формування комп'ютаційного мислення учнів у процесі навчання інформатики та інших шкільних

предметів, проблеми формування й розвитку комп'ютаційного мислення дорослих людей, зокрема, вчителів.

Мета статті – на основі аналізу публікацій зарубіжних експертів в галузі комп'ютаційного мислення обґрунтувати актуальність, сутність та складові поняття «комп'ютаційне мислення», описати досвід підвищення кваліфікації вчителів у питаннях його формування в учнів.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих результатів. Широке використання терміна «комп'ютаційне мислення» почалося з опублікування в 2006 році однойменної короткої, але дуже впливової статті професора Корнельського університету (США) Жаннетти Вінг (Janette Wing), у якій вона стверджує, що «комп'ютаційне мислення – це універсальне фундаментальне вміння для кожного. До аналітичних здібностей кожної дитини, окрім читання, письма і арифметики, ми ще повинні додати комп'ютаційне мислення» [30, с. 33]. Пізніше вчена надає таке означення цього поняття: «комп'ютаційне мислення – це процеси мислення, які беруть участь у постановці проблеми та її вирішенні таким чином, щоб рішення були представлені у формі, що може бути ефективно реалізована за допомогою засобів обробки інформації» [31, с. 1].

Комп'ютаційне мислення як розумова діяльність людини містить такі основні складові [14]:

- «декомпозиція» (decomposition), тобто вміння розбиття складної проблеми або системи на менші, більш керовані частини;
- «розпізнавання шаблонів» (pattern recognition) або пошук сходжень між проблемами та відповідно схожих рішень;
- «абстракція» (abstraction) - вміння зосередження на важливій інформації без урахування несуттєвих деталей;
- «алгоритми» (algorithms) - процес розробки покрокових рішень проблеми або правил, що необхідно виконати для вирішення проблеми.

Національна академія наук США підготувала звіт робочої групи, яка досліджує сутність та функціональні можливості поняття «комп'ютаційне мислення», де представлено всебічне академічне обговорення цього поняття [24]. Нижче подано скорочені версії деяких суджень:

- комп'ютаційне мислення пов'язане з вивченням механізмів інтелекту людини, що проявляються як практичні вміння посилення власного інтелекту через використання інструментів, що допомагають автоматизувати розв'язання складних задач;
- комп'ютаційне мислення має пов'язувати процеси мислення з технологічними артефактами;
- комп'ютаційне мислення є відкритою й зростаючою сукупністю понять, котрі відображають динамічну природу технологій і навчання людини, що поєднує «автоматизацію інтелектуальних процесів» і «вивчення інформаційних процесів»;
- комп'ютаційне мислення стає особливо актуальним через те, що комп'ютери можуть виконувати наші «комп'ютаційні думки» і що комп'ютери стали нашими «партнерами і співробітниками» в дослідженнях.

Міжнародна асоціація розвитку інформаційних технологій в освіті (International Society for Technology in Education – ISTE) та Асоціація вчителів інформатики (Computer Science Teachers Association – CSTA) надали операційне означення комп'ютаційного мислення для 12-річної середньої освіти (Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education) [25]. Це означення забезпечує певні рамки і єдине тлумачення поняття для шкільних учителів:

Комп'ютаційне мислення – це процес вирішення проблем, який містить такі характеристики (але не обмежується ними):

- формулювання проблем таким чином, щоб дозволити використовувати комп'ютер та інші інструменти для їх вирішення;
- логічну організацію й аналіз даних;
- подання даних через абстракції, такі як моделі й імітації;
- передбачення та здійснення автоматизації рішення за допомогою алгоритмічного мислення (складання серії впорядкованих кроків);
- виявлення, аналіз і реалізацію можливих рішень із метою досягнення найбільш ефективної комбінації кроків і ресурсів;
- узагальнення і перенесення процесу рішення певної проблеми на процес виконання широкого кола завдань.

Перелічені вище уміння повинні підтримуватись і посилюватись низкою особистісних якостей учнів, котрі є необхідними ознаками комп'ютаційного мислення, а саме:

- упевненість при наявності труднощів;
- стійкість під час роботи зі складними проблемами;
- толерантність у ситуації невизначеності;
- здатність справлятися з незавершеними проблемами;
- уміння спілкуватись і працювати з іншими людьми для досягнення загальної мети чи рішення [25].

Ч. Ху (Ch. Hu), описуючи полеміку на сайті Асоціації американських вчителів інформатики навколо означення цього поняття, наводить таку цікаву думку одного із читачів: «Комп'ютаційне мислення – це здатність бачити, розуміти і створювати системи і процеси. Здатність бачити рішення проблеми як «процес» – це те, що робить комп'ютацію (комп'ютаційне рішення - computation) можливою. Якщо у вас є нестандартне рішення якоїсь проблеми, але ви не можете пояснити його як процес, тоді у вас відсутнє комп'ютаційне рішення.» [20, с. 224].

Як вважає А. Вейнберг (A. Weinberg), комп'ютаційне мислення тісно пов'язане з процесуальним, алгоритмічним, структурним і критичним мисленням та поєднує всі ці види мислення. Процесуальне мислення означає розуміння обмежень та можливостей конкретних обчислювальних засобів. Алгоритмічне мислення – це уміння вирішення проблем шляхом визначення чітких інструкцій та використання поетапних процедур (step-by-step procedures). Ці процедури дають однакові результати при виконанні будь-якою людиною або відповідною машиною. Структурне мислення дозволяє вирішувати великі проблеми, розбиваючи їх на складові. Нарешті, критичне мислення є «мистецтвом аналізу та оцінки мислення з метою його покращення» [29, С.53].

Комп'ютаційне мислення притаманне перш за все програмістам, які, створюючи комп'ютерну програму для розв'язання певної задачі, послідовно здійснюють її декомпозицію, шукають «патерни» - відомі алгоритми для розв'язання окремих частин задачі), створюють модель формалізованого розв'язання задачі – виконують абстрагування, розробляють алгоритми. Але з розвитком комп'ютерів та їх використанням в усіх галузях життєдіяльності людини, комп'ютаційне мислення стає універсальним умінням, необхідним будь-кому для успішного існування у цифровому суспільстві. Комп'ютаційне мислення виходить за межі комп'ютерної грамотності, воно полягає у вільному володінні та ефективному використанні цифрових технологій, містить аналітичні уміння, що покращують способи подолання проблеми, а також розуміння, як комп'ютація може вдосконалити та підвищити ефективність людських здатностей [29, С. 54].

Ми визначаємо комп'ютаційне мислення як розумову здатність людини вирішувати складні проблеми шляхом побудови систем та процесів рішення, які можуть бути реалізовані за допомогою комп'ютерів. Тобто, комп'ютаційне мислення має людина, що вміє залучити до вирішення власних проблем комп'ютера як інтелектуального помічника.

У зв'язку з цим, формування й розвиток комп'ютаційного мислення школярів є однією з найважливіших завдань сучасної освіти. Але як показує зарубіжний досвід, суттєвою перешкодою виконання такого завдання є невідповідність вчителів у цьому питанні. Тому у США та Європейських країнах проводиться значна робота щодо підвищення рівня цифрової компетентності вчителів та розвитку у них умінь комп'ютаційного мислення. Наприклад, в 2011 році Джоанна Гуд (Joanne Goode) та Гейл Чепмен (Gail Charman) із США створили тижневу програму професійної підготовки вчителів «Досліджуємо комп'ютерні науки» (“Exploring Computer Science”) [19]. Університет Карнегі Меллон кожне літо проводить семінари «Комп'ютерні науки для вчителів старшої школи» (Computer Science for High School Educators - CS4HS). Ця програма забезпечує вчителів відповідними матеріалами з впровадження методів розвитку комп'ютаційного мислення учнів у навчальний процес [8]. В Італії протягом 2016-2017 рр. підвищення кваліфікації у питаннях розвитку комп'ютаційного мислення отримало 157000 вчителів. У Франції під керівництвом Товариства комп'ютерних наук (Société Informatique de France - SIF) та Національного науково-дослідного інституту інформатики та автоматики (Institut national de recherche en informatique et en automatique - INRIA) був створений проект «Class'Code13», за яким 300000 вчителів отримали професійну підготовку в сфері комп'ютаційного мислення. В Англії організація «Комп'ютерні науки в школі» (Computing At School - CAS) пропонує інноваційний підхід для підтримки нової програми комп'ютерних наук. Ця організація готує досвідчених вчителів як тренерів з комп'ютаційного мислення, які працюють з близько 40 учителями у своїй місцевій громаді. Протягом шести місяців ці інструктори проходять 5-10-денний курс навчання. Вже зараз є 350 інструкторів, і в 2018 році організатори планують збільшити цю цифру до 600 [9].

Подібні зміни здійснюються або плануються в усьому світі. Національний науковий фонд США (The US National Science Foundation) профінансував програму CSK10, за якою протягом 2010-2016 рр. проходили навчання 10000 учителів інформатики середніх шкіл. Наприклад, за останні 3 роки в США на курсах Code.org навчалися біля 30000 вчителів та викладачів, для них проводились професійні семінари і конференції [9]. Дослідження, проведене в Австралії, засвідчує, що педагогічні уміння та самооцінка вчителів щодо комп'ютаційного мислення можуть бути покращені за відносно короткий період часу шляхом цілеспрямованого професійного навчання [10].

Обговорювані в науковій літературі способи підвищення рівня сформованості комп'ютаційного мислення вчителів багато в чому зосереджені на педагогічних аспектах, а не на технологічних навичках. Більшість навчальних курсів створені для вчителів з усіх предметів, іноді з особливою увагою до вчителів в сфері STEM-освіти. Застосовуються такі педагогічні підходи: розповідь історій (storytelling), вирішення проблем (problem solving), дедуктивна та індуктивна педагогіка з акцентом на комп'ютаційних моделях та моделюванні. Часто розробляються спеціальні практичні навчальні заходи, щоб учителі могли з легкістю застосовувати нові навички в класах. Незважаючи на те, що було створено багато Масових відкритих онлайн-курсів (Massive open online courses - MOOC), проведення очних занять для вчителів залишається актуальним. Нещодавнє дослідження, в якому брали участь більше 900 вчителів Англії, показало, що очні заняття в поєднанні з заняттями онлайн є особливо ефективними щодо отримання знань та досвіду формування в учнів комп'ютаційного мислення [27].

У галузі професійного навчання майбутніх учителів та формування у них комп'ютаційного мислення виділяються чотири основних підходи. Перший підхід – це модель професійного розвитку Partner4CS, яка включає в себе не тільки навчання в університеті, а й подальшу підтримку вчителів-початківців в навчальних закладах та онлайн-підтримку [23]. Другий – це інтеграція питань з розвитку комп'ютаційного мислення в існуючі навчальні модулі з вирішення проблем та критичного мислення в межах обов'язкового навчального курсу психології для майбутніх учителів [32]. Третій підхід включає серію заходів допрофесійної підготовки, спрямованих на допомогу вчителям у використанні комп'ютаційного мислення і програмування як навчального інструменту в інших предметних галузях (музика, мова, математика, наука). У четвертому підході майбутні вчителі використовують скриптову мову програмування Flash Action Script для написання псевдокоду, щоб вирішити проблему (навичка комп'ютаційного мислення) і перекладають псевдокод на Action Script (навичка програмування). Навчання показує, як скриптову мову програмування можна використовувати для створення навчальних артефактів [26].

Всі експерти з питань комп'ютаційного мислення наголошують на необхідності підвищення рівня цифрової компетентності вчителів, спеціальної підготовки вчителів щодо формування умінь комп'ютаційного мислення школярів засобами свого предмету [18, 22, 28]. Ж. Воогт (J. Voogt), Ж. Гал-Езер (Gal-Ezer) вважають, що існує потреба в спеціальних адаптованих програмах підготовки вчителів початкової школи, де фахівці з комп'ютерних наук та інформаційних технологій будуть навчати їх основних понять комп'ютаційного мислення [18, 28]. І. Лі (Lee) та М. Реснік (M. Resnick) стверджують, що важливо запропонувати вчителям такий же досвід навчання комп'ютаційного мислення, як і учням. Такий підхід дозволить вчителям пройти той самий шлях, що й учні, щоб отримати уявлення про наслідки та потенціал комп'ютаційного мислення [21, [11].

Таким чином, огляд зарубіжних публікацій експертів в галузі комп'ютаційного мислення показує, що «computational thinking» - є актуальним світовим освітнім трендом і його впровадження у процес навчання потребує спеціальних заходів з підвищення кваліфікації вчителів у цих питаннях, зростання рівня їхньої цифрової компетентності.

Висновки, рекомендації, перспективи подальших досліджень. У багатьох європейських документах, що стосуються розвитку цифрової освіти, вживається поняття «computational thinking» (комп'ютаційне мислення) як один із показників сформованості цифрової компетентності. Комп'ютаційне мислення поступово стає освітнім трендом, і багато науковців вважають, що його впровадження в освітній процес призведе до появи нового покоління дітей з набагато глибшим розумінням теперішнього цифрового світу.

У вітчизняній педагогічній науці поняття «Computational Thinking» є малодослідженим, також не є усталеним переклад та тлумачення цього терміну. Ми вважаємо, що будь-який переклад на українську мову слова «computational» (обчислювальне, комп'ютерне, операційне) звужує його смисл та сутність, тому пропонуємо ввести термін «комп'ютаційне мислення».

Ми визначаємо комп'ютаційне мислення як розумову здатність людини вирішувати складні проблеми шляхом побудови систем та процесів рішення, які можуть бути реалізовані за допомогою комп'ютерів. Комп'ютаційне мислення як розумова діяльність людини містить такі складові: декомпозицію (decomposition); «розпізнавання шаблонів» (pattern recognition); абстракціювання (abstraction); алгоритмізацію (algorithms).

Широке впровадження методів й засобів формування комп'ютаційного мислення в освітній процес потребує суттєвої професійної підготовки вчителів, організації спеціального навчання щодо розвитку такого типу мислення у самих педагогів, підвищення рівня їх цифрової компетентності.

Подальше дослідження цієї проблеми ми вбачаємо в обґрунтуванні завдань, змісту, методів розвитку та критеріїв оцінювання сформованості комп'ютаційного мислення вчителів у системі післядипломної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коляда М. Г. Комп'ютаційна педагогіка. Донецьк: Ноулідж, Донец. від-ня, 2013. 321 с.
2. Пасічник О. В. Розвиток алгоритмічного мислення на уроках інформатики. Комп'ютер у школі та сім'ї. 2014. № 7. С. 13-18.
3. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації [Електронний ресурс]: Урядовий портал. URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-shvalen-nya-koncepciyi-rozvitku-cifrovoi-ekonomiki-tasuspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennya-planu-zahodiv-shodo-yiyi-realizaciyi>
4. Соціальна ініціатива ІТ-школяр [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2018/04/06/Pres-4.pdf>
5. Хеннер Е. К. Вычислительное мышление. Образование и наука. 2016. № 2 (131). С. 18-33.
6. Цифрова адженда України – 2020 («Цифровий порядок денний» – 2020). [Електронний ресурс]. URL: <https://ucco.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf>
7. Barr V., Stephenson Ch. Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? // ACM Inroads. 2011, March. Vol. 2. № 1. P. 48–54. URL: <https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/BarrStephensonInroadsArticle.pdf>
8. Blum L., Cortina T. J., Lazowska E., Wise J. The Expansion of CS4HS: an Outreach Program for High School Teachers. Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '08). ACM, New York, NY, USA, 2008, pp. 377-378.
9. Bocconi S., Chiocciariello A., Dettori G., Ferrari A., Engelhardt K. Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. URL: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_comput_hinkreport.pdf
10. Bower M., Wood L. N., Lai J. W., Howe C., Lister R., Mason R., Highfield K., Veal J.. Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers. Australian Journal of Teacher Education, 42(3), 2017, pp. 53–72. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1137876.pdf>
11. Brennan K., Resnick M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. American Educational Research Association. Vancouver, Canada, 2012. URL: https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf
12. Communication from the commission Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. [Електронний ресурс]. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>

13. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Digital Education Action Plan Brussels, 17.1.2018 COM (2018) 22 final. URL: http://www.cdep.ro/afaceri_europene/CE/2018/SWD_2018_12_EN_DOCUMENTDET_RAVAIL_f.pdf
14. Corradini I., Lodi M., Nardelli E. Conceptions and Misconceptions about Computational Thinking among Italian Primary School Teachers. ICER '17 – Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research, Aug 2017, Tacoma (WA), United States. 2017, 9 p. URL: <https://hal.inria.fr/hal-01636235/document>
15. Digital Agenda for Europe. European Commission [Online]. URL: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/digital-agenda-europe>
16. Digital Competence Framework: your questions answered. A curriculum for Wales – a curriculum for life, 2016, 13 p. URL: <http://learning.gov.wales/docs/learningwales/publications/180620-dcf-your-questions-answered-2018-en.pdf>
17. Ferrari A. Digital Competence in Practice : An Analysis of Frameworks. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2012. 92 p. URL: <https://www.ifap.ru/library/book522.pdf>
18. Gal-Ezer J., Stephenson C. A tale of two countries: Successes and challenges in K-12 computer science education in Israel and the United States. ACM Trans. Comput. Educ. 14, 2, Article 8, June 2014, 18 p. URL: <http://www.cs.cmu.edu/~cfrieze/courses/ATaleofTwoCountries.pdf>
19. Goode J., Chapman G. Exploring Computer Science. Computer Science Equity Alliance, 2011, 296 p. URL: <http://www.exploringcs.org/wp-content/uploads/2010/08/ExploringComputerScience-v4.0.pdf>
20. Hu C. Computational thinking: what it might mean and what we might do about it, in Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education. 2011, ACM: Darmstadt, Germany. p. 223-227. URL: <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-It-Might-Mean.pdf>
21. Lee I., Martin F., Denner J., Coulter B., Allan W., Erickson J., Malyn-Smith J., Werner L. Computational thinking for youth in practice. ACM Inroads 2, 2011, pp. 32 – 37. URL: https://www.researchgate.net/publication/234810765_Computational_thinking_for_youth_in_practice
22. Lepeltak J. From Learning to Use Towards Learning to Code: Twenty-Five Years of Computing in Dutch Schools. In: Tatnall A., Davey B. (eds) Reflections on the History of Computers in Education. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 424. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014, pp. 373–383. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-55119-2_26.pdf
23. Mouza Ch., Marzocchi A., Pan Yi-Cheng, Pollock L. Development, Implementation, and Outcomes of an Equitable Computer Science After-School Program: Findings From Middle-School Students, Journal of Research on Technology in Education, 48:2, 84-104, 2016. DOI: [10.1080/15391523.2016.1146561](https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146561)
24. National Research Council. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. Washington, DC: The National Academies Press. 2010, 176 p. URL: <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/NRC-Pegagogy-CT.pdf>
25. Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). This material is based upon work supported by the National

- Science Foundation under Grant No. CNS-1030054, 2011. URL: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
26. Saari E.M., Blanchfield P., Hopkins G. Computational Thinking: A Tool to Motivate Understanding in Elementary School Teachers. In: Zvacek S., Restivo M., Uhomibhi J., Helfert M. (eds) Computer Supported Education. CSEDU 2015. Communications in Computer and Information Science, vol 583. Springer, Cham, 2016. URL: https://www.researchgate.net/publication/299219814_Computational_Thinking_-_A_Tool_to_Motivate_Understanding_in_Elementary_School_Teachers
 27. Sentance S., Humphreys S. Online vs Face-To-Face Engagement of Computing Teachers for their Professional Development Needs. In: Brodnik A., Vahrenhold J. (eds) Informatics in Schools. Curricula, Competences, and Competitions. ISSEP 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9378. Springer, Cham, 2015. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-25396-1_7
 28. Voogt J., Fisser P., Good J., Mishra P., Yadav A. Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. Educ Inf Technol, 2015. URL: file:///C:/Users/koshk/Downloads/CT_Thinking_Education.pdf
 29. Weinberg A. E. Computational Thinking: an Investigation of the Existing Scholarship and Research. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. Colorado State University, Colorado, 2013, 97 p. URL: <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-Existing-Scholarship-Research-Dissertation.pdf>
 30. Wing J. Computational Thinking. Communications of the ACM Vol. 49, No. 3 3, 2006, pp. 33 – 35. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
 31. Wing J. Computational Thinking: What and Why? 2010, 6 p. URL: <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
 32. Yadav A., Mayfield Ch., Zhou N., Hambruch S., Korb J. Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. ACM Transactions on Computing Education (TOCE), 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/262350755_Computational_Thinking_in_Elementary_and_Secondary_Teacher_Education

Матеріал надійшов до редакції 15.11.2018

COMPUTATIONAL THINKING AS A MODERN EDUCATIONAL TREND

Tykhonova Tetiana Valentynivna

Doctor of Pedagogic Sciences,
Head of the Department of pedagogy, psychology and education management
Mykolaiv Regional In-Service Teacher Training Institute, Mykolaiv, Ukraine
tetiana.tykhonova@moippo.mk.ua
ORCID: 0000-0002-5276-3478

Koshkina Hanna Leonidivna

English teacher at the Modern Languages Department
National University of Shipbuilding after admiral Makarov, Mykolaiv, Ukraine
forget.me.not@ukr.net
ORCID: 0000-0001-6018-7397

Abstract. In the article, the authors consider the essence of the concept of "computational thinking" as an actual contemporary trend in foreign education. The relevance, theoretical significance of the notion of computational thinking, is substantiated, various approaches to the definition of its essence are described. The operational definition of computational thinking for 12-

year secondary education is presented. Author's definition of computational thinking is given as the intellectual ability of a person to solve complex problems by constructing systems and processes that can be implemented using computers. The main components of computational thinking are described: decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithms. The authors emphasize that computational thinking is inherent primarily to programmers, but with the development of computers and their use in all areas of human life, this kind of thinking becomes a universal ability, necessary for anyone to succeed in a digital society. Computational thinking is closely linked to procedural, algorithmic, structural and critical thinking, and contains these types of thinking. The necessity of forming computational thinking of pupils during learning various school subjects is substantiated. The experience of improving the skills of teachers in the formation and development of computational thinking of pupils is described. It is concluded that the introduction of methods and means of forming computational thinking in the educational process requires a large-scale continuous professional training of teachers and new pedagogical approaches.

Keywords: digital education; digital competence; professional teacher training; computational thinking; decomposition; pattern recognition; abstraction; algorithms

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Koliada, M. (2013). Computational pedagogics. Donetsk: Noulidzh, Donets. vid-nia. (in Ukrainian)
2. Pasichnyk, O. (2014). Computational thinking in the computerscience lessons: *Kompiuter u shkoli ta simi. # 7. 13-18.* (in Ukrainian)
3. On Approval of the Concept for the Development of the Digital Economy and Society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the plan of measures for its implementation: *Uriadovyi portal* (2018).
<https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-cifrovoyi-ekonomiki-tasuspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennyaplanu-zahodiv-shodo-yiyi-realizaciyi> (in Ukrainian)
4. Social Initiative IT schoolboy (2018).
<https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2018/04/06/Pres-4.pdf> (in Ukrainian)
5. Henner, E. (2016). Computational Thinking: *Obrazovanie i nauka.. # 2 (131). 18-33.* (in Russian)
6. Digital Agenda for Ukrain – 2020 (2018).
<https://ucci.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> (in Ukrainian)
7. Barr, V. & Stephenson, Ch. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads. March. Vol. 2. # 1. 48–54.*
<https://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/BarrStephensonInroadsArticle.pdf>
8. Blum, L., Cortina, T., Lazowska, E. & Wise, J. (2008). The Expansion of CS4HS: an Outreach Program for High School Teachers: *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '08).* ACM, New York, NY, USA, 377-378.
9. Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. & Engelhardt, K. (2016). Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice: Luxembourg: Publications Office of the European Union.
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_comput_hinkreport.pdf
10. Bower, M., Wood, L., Lai, J., Howe, C., Lister, R. & Mason R. et al. (2017). Improving the Computational Thinking Pedagogical Capabilities of School Teachers: *Australian Journal of Teacher Education. # 42(3), 53–72.*
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1137876.pdf>

11. Brennan, K. & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking: American Educational Research Association. Vancouver, Canada.
https://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf
12. Communication from the commission Europe 2020 (2018). A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>
13. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Digital Education Action Plan Brussels, 17.1.2018 COM (2018). 22 final.
http://www.cdep.ro/afaceri_europene/CE/2018/SWD_2018_12_EN_DOCUMENTDET_RAVAIL_f.pdf
14. Corradini, I., Lodi, M. & Nardelli, E. (2017). Conceptions and Misconceptions about Computational Thinking among Italian Primary School Teachers. ICER '17: Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research, Aug 2017, Tacoma (WA), United States. 9.
<https://hal.inria.fr/hal-01636235/document>
15. Digital Agenda for Europe: European Commission (2018).
<http://ec.europa.eu/digital-agenda/digital-agenda-europe>
16. Digital Competence Framework: your questions answered. A curriculum for Wales – a curriculum for life. (2016). 13.
<http://learning.gov.wales/docs/learningwales/publications/180620-dcf-your-questions-answered-2018-en.pdf>
17. Ferrari, A. (2012). Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 92
<https://www.ifap.ru/library/book522.pdf>
18. Gal-Ezer, J. & Stephenson, C. (2014). A tale of two countries: Successes and challenges in K-12 computer science education in Israel and the United States. ACM Trans. Comput. Educ. 14, 2, Article 8. 18 p.
<http://www.cs.cmu.edu/~cfrieze/courses/ATaleofTwoCountries.pdf>
19. Goode, J. & Chapman, G. (2011). Exploring Computer Science. Computer Science Equity Alliance.
<http://www.exploringcs.org/wp-content/uploads/2010/08/ExploringComputerScience-v4.0.pdf>
20. Hu, C. (2011). Computational thinking: what it might mean and what we might do about it, in Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education. ACM: Darmstadt, Germany. 223-227.
<http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-What-It-Might-Mean.pdf>
21. Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W. & Erickson, J. et al. (2011). Computational thinking for youth in practice. ACM Inroads 2. 32–37.
https://www.researchgate.net/publication/234810765_Computational_thinking_for_youth_in_practice
22. Lepeltak, J. (2014). From Learning to Use Towards Learning to Code: Twenty-Five Years of Computing in Dutch Schools. In: Tatnall A., Davey B. (eds) Reflections on the History of Computers in Education. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 424. Springer, Berlin, Heidelberg. 373–383.
https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-55119-2_26.pdf
23. Mouza, Ch., Marzocchi, A., Pan, Yi-Cheng & Pollock, L. (2016). Development, Implementation, and Outcomes of an Equitable Computer Science After-School

- Program: Findings From Middle-School Students, *Journal of Research on Technology in Education*, 48:2, 84-104. DOI: [10.1080/15391523.2016.1146561](https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146561)
24. National Research Council. Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking. (2010). Washington, DC: The National Academies Press. <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/NRC-Pegagogy-CT.pdf>
 25. Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
 26. Saari, E., Blanchfield, P. & Hopkins, G. (2016). Computational Thinking: A Tool to Motivate Understanding in Elementary School Teachers. In: Zvacek S., Restivo M., Uhomoihi J., Helfert M. (eds) *Computer Supported Education. CSEDU 2015. Communications in Computer and Information Science*, vol 583. Springer, Cham. https://www.researchgate.net/publication/299219814_Computational_Thinking_-_A_Tool_to_Motivate_Understanding_in_Elementary_School_Teachers
 27. Sentence, S. & Humphreys, S. (2015). Online vs Face-To-Face Engagement of Computing Teachers for their Professional Development Needs. In: Brodnik A., Vahrenhold J. (eds) *Informatics in Schools. Curricula, Competences, and Competitions. ISSEP 2015. Lecture Notes in Computer Science*, vol 9378. Springer, Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-25396-1_7
 28. Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. & Yadav A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Educ Inf Technol*. file:///C:/Users/koshk/Downloads/CT_Thinking_Education.pdf
 29. Weinberg, A. (2013). Computational Thinking: an Investigation of the Existing Scholarship and Research. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. Colorado State University, Colorado. <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-Existing-Scholarship-Research-Dissertation.pdf>
 30. Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM* Vol. 49, No. 33. 33 – 35. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
 31. Wing, J. (2010). Computational Thinking: What and Why? <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
 32. Yadav, A., Mayfield, Ch., Zhou, N., Hambrusch, S. & Korb, J. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*. https://www.researchgate.net/publication/262350755_Computational_Thinking_in_Elementary_and_Secondary_Teacher_Education