

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



Пономарева Н.С. Структура та зміст інформаційно-комунікаційних компетентностей учителя математики у зарубіжних дослідженнях. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 123-133.

Ponomareva N. Structure and content of information and communication competences of mathematics' teacher: a review of foreign studies. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 123-133.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-017
УДК 004::[378+51]

Н.С. Пономарева
Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, Україна
ponomareva.itstep@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9840-7287

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ У ЗАРУБІЖНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Суттєві зміни у підготовці майбутніх фахівців, зумовлені впровадженням перспективних технологій Індустрії 4.0, поки що не знайшли відповідного відображення в роботах, присвячених формуванню та розвитку інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики. З огляду на це метою статті є висвітлення зарубіжного досвіду визначення компонентів інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів, зокрема – учителів математики.

Методи. Аналіз джерел, самоаналіз власного досвіду, систематизація та узагальнення.

Результати. 1. Визначено співвідношення математичних та цифрових компетентностей, виокремлених європейськими та міжнародними установами. 2. Схарактеризовано нову версію рекомендацій ЮНЕСКО із структурування ІКТ-компетентностей учителів. 3. Визначено нові здатності вчителя з використання ІКТ, пов'язані з розвитком технологій. 4. Встановлено доцільність та необхідність посилення інформатичної підготовки майбутніх учителів математики.

Висновки. Розвиток Індустрії 4.0 зумовлює необхідність уточнення інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики шляхом відображення у них нового змісту та нових здатностей, зокрема, із застосування нових ІКТ (мобільних, повсюдних, хмаро-туманних та квантових обчислень) та здатностей до віддаленого управління соціальними та кіберфізичними системами, а також застосування до них математичних методів та моделей штучного інтелекту. Також пропонується уточнити систему інформатичних компетентностей учителя математики, розроблену Ю. С. Рамським, у частині структури, змісту та показників їх сформованості: формування інформатичних компетентностей учителя математики має розпочинатись із базових інформатичних компетентностей, подальший розвиток яких відбуватиметься насамперед у компетентностях у системному адмініструванні, веб-технологіях, програмуванні та системному аналізі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІКТ, інформаційно-комунікаційні компетентності, професійна підготовка учителів математики, Індустрія 4.0, навчання інформатики учителів математики.

ВСТУП

Постановка проблеми. Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» основною стратегічною ціллю розвитку інформаційного суспільства в Україні визначає створення системи освіти, орієнтованої на використання новітніх ІКТ у формуванні всебічно розвиненої особистості (Верховна Рада України, 2007). Державна національна програма «Освіта» («Україна ХХІ століття») (Кабінет Міністрів України, 1993) серед пріоритетних напрямів реформування освіти визначає, зокрема, досягнення якісно нового рівня у вивченні математики через широке застосування нових педагогічних, інформаційних технологій. Указ Президента України «Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні» передбачає створення умов для рівного доступу до сучасної та якісної математичної освіти й забезпечення сучасного рівня викладання математичних дисциплін, зокрема із застосуванням ефективних технологій з урахуванням кращих вітчизняних та міжнародних практик (Президент України, 2020). Таким чином, існує суспільно зумовлена та законодавчо обґрунтована необхідність підвищення якості підготовки майбутніх учителів математики, зокрема – через формування та розвиток їх інформаційно-комунікаційних компетентностей.

Аналіз актуальних досліджень. Професійні компетентності майбутнього вчителя математики розглянуті у роботах О. І. Матяш (Матяш, 2013), О. В. Семеніхіної, А. О. Юрченка (Семеніхіна&Юрченко, 2015), С. О. Скворцової (Скворцова, 2013), Ю. С. Рамського (Рамський, 2013), М. В. Мар'єнко (Попель, 2016), В. М. Ракути (Ракута, 2013), Л. В. Лебедик (Лебедик, 2017), П. П. Грабовського (Грабовський, 2016), В. М. Жукової (Жукова, 2010), Б. С. Садулаєвої (Садулаєва, 2012), І. М. Разливинських (Разливинских, 2011). Зокрема, використання ІКТ у підготовці майбутніх учителів математики та формування їх відповідних компетентностей висвітлюється в роботах М. І. Жалдака (Жалдак, 2011), С. Д. Криштоф (Криштоф, 2011), Н. М. Кириленко (Кириленко, 2010), О. В. Тутової (Тутова, 2010), В. А. Кушніра (Кушнір, 2014), О. А. Жерновникової (Жерновникова, 2015), Л. П. Мартиросян (Мартиросян, 2010), М. В. Сніжка (Сніжко, 2010), А. М. Саркеевої (Саркеева, 2010), В. А. Губанова (Губанов, 2010). Водночас суттєві зміни у підготовці майбутніх фахівців, зумовлених упровадженням перспективних технологій Індустрії 4.0, поки що не знайшли відповідного відображення в роботах вітчизняних дослідників, присвячених формуванню та розвитку інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики.

З огляду на це **метою статті** є висвітлення зарубіжного досвіду визначення компонентів інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів, зокрема – учителів математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети були використані методи теоретичного дослідження, такі як аналіз джерел, самоаналіз власного досвіду, систематизація та узагальнення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У відповідності до рекомендації Європейської Комісії (The Council of the European Union, 2018, с. 7), компетентність визначається як комбінація знань, умінь та ставлень, де: знання є композицією із встановлених фактів та цифр, концепцій, ідей та теорій, які необхідні для розуміння певної предметної галузі; уміння визначаються як здатність та спроможність виконувати дії та застосовувати знання для досягнення результатів; ставлення описують схильності, уподобання та склад розуму, що визначає спосіб дії або реакції на ідеї, особистості або ситуації.

Ключовими компетентностями є ті, які потрібні всім людям для особистого самовдосконалення та розвитку, можливості працевлаштування, соціальної інтеграції, сталого способу життя, успішного життя в мирних товариства, здоров'язбережувального управління життєдіяльністю та активної громадянської позиції. Вони розвиваються протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства, за допомогою формального, неформального та інформального навчання у всіх контекстах, включаючи сім'ю, школу, роботу, сусідство та інші спільноти (The Council of the European Union, 2018, с. 7).

Оновлений у 2018 році перелік включає 8 ключових компетентностей: грамотність (literacy competence); багатомовна компетентність (multilingual competence); математична компетентність та компетентність у природничих науках, технологіях та інженерії (mathematical competence and competence in science, technology and engineering); цифрова компетентність (digital competence); особиста, соціальна та компетентність у самонавчанні (personal, social and learning to learn competence); громадянська компетентність (citizenship competence); підприємницька компетентність (entrepreneurship competence); компетентність культурної обізнаності та самовираження (cultural awareness and expression competence).

Математична компетентність – це здатність розвивати та застосовувати математичне мислення та інтуїцію для розв'язання ряду проблем у повсякденному житті. Ґрунтуючись на міцних вміннях рахувати, вона спирається на процес і діяльність, а також знання. Математична компетентність передбачає, на різних рівнях, здатність і бажання застосовувати математичне мислення та подання (формули, моделі, конструкції, графіки, діаграми).

Математична компетентність проявляється у: *знаннях* чисел, мір та структур, основних операцій та основних математичних презентацій, розуміння математичних термінів і понять та усвідомлення питань, на які математика може запропонувати відповіді; *уміннях* застосування основні математичні принципи та процеси у контексті повсякденного життя вдома та на роботі (наприклад, фінансові навички), а також застосовувати й оцінювати логічні ланцюжки аргументів; здатностях математично міркувати, розуміти математичні доведення та спілкуватися математичною мовою, а також застосовувати доцільні засоби, включно із статистичними даними та графіками, для розуміння математичних аспектів цифровізації; позитивному *ставленні* до математики, що ґрунтується на повазі до істини і готовності шукати причини та оцінювати їх валідність (The Council of the European Union, 2018, с. 9).

Цифрова компетентність включає впевнене, критичне та відповідальне використання та взаємодія з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у житті суспільства. Вона включає інформаційну грамотність та грамотність у даних, комунікацію та співпрацю, створення цифрового контенту (зокрема програмування), безпеку (включно із цифровим благополуччям та компетентностями, пов'язаними із кібербезпекою), питання інтелектуальної власності, розв'язання проблем та критичне мислення.

Цифрова компетентність проявляється у: *розумінні* того, як цифрові технології можуть підтримувати спілкування, творчість та інновації; *обізнаності* щодо можливостей, обмежень, впливів та ризиків цифрових технологій; *розумінні* загальних принципів, механізмів та логіки розвитку цифрових технологій та *знаннях* базових функцій та використання різних пристроїв, програмного забезпечення та мереж; *критичному ставленні* до валідності, надійності та значущості інформації та даних, що надаються за допомогою цифрових засобів; *знанні* правових та етичних принципів, пов'язаних із використанням цифрових технологій; *уміннях* використання цифрових технологій для підтримки активної громадянської та соціальної інтеграції, співпраці з іншими людьми та творчості для досягнення особистих, соціальних або комерційних цілей; *здатності* до використання, доступу, фільтрування, оцінки, створення, програмування та поширення цифрового контенту; вміння управляти та захищати інформацію, контент, дані (включно із особистими), а також розпізнавати та ефективно взаємодіяти з програмним забезпеченням, пристроями, штучним інтелектом або роботами; *роботі* з

цифровими технологіями та контентом передбачає рефлексивно та критичне, навіть допитливе, відкрите та перспективне ставлення до їхньої еволюції, а також етичного, безпечного та відповідального підходу до використання цих засобів (The Council of the European Union, 2018, с. 9-10).

Для підтримки розвитку цифрової компетентності та покращення навчання у Рекомендаціях пропонується широке залучення тих, хто навчається, тих, хто навчає та тих, хто організує навчання до використання нових, включно із цифровими, технологій: «цифрові технології, зокрема, мають сприяти діагностиці багатьох вимірів розвитку тих, хто навчається» (The Council of the European Union, 2018, с. 12-13).

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику математичної компетентності й компетентності у природничих науках, технологіях та інженерії, а також цифрової компетентності, виокремлених Європейською Комісією, із спорідненими компетентностями, виокремленими іншими організаціями.

У 2018 році Всесвітній економічний форум виокремив 3 набори ключових навичок 21 століття для працівників 2030 року (World Economic Forum, 2016), серед яких обчислювальна, природничо-наукова та ІКТ-грамотність відносяться до навичок фундаментальної грамотності, що підкреслює роль ІКТ у вирішенні повсякденних завдань. ІКТ-грамотність включає в себе можливість використання та створення контенту на основі технологій, включаючи пошук та обмін інформацією, відповіді на запитання, взаємодія з іншими людьми та комп'ютерне програмування (World Economic Forum, 2016, с. 23).

Критичне мислення та прийняття рішень в умовах невизначеності, в свою чергу, є складовими цифрової компетентності. Взаємозв'язок складових ключових компетентностей (які Всесвітній економічний форум поділяє на компоненти фундаментальної грамотності та власне компетентності) та якостей особистості студента, здатного до навчання протягом життя, подано за (World Economic Forum, 2016, с. 3): *фундаментальна грамотність* (повсякденні уміння): мовна грамотність; обчислювальна грамотність; природничо-наукова грамотність; ІКТ-грамотність; фінансова грамотність; культурна та цивільна грамотність; *інші компетентності*: критичне мислення та вирішення проблем; креативність; комунікативність; співпраця; *особистісні якості*: допитливість; ініціативність; наполегливість та твердість; адаптивність; лідерство; соціальна та культурна обізнаність.

Таблиця 1

Математичні та цифрові компетентності, виділені європейськими та міжнародними установами

| Ключові компетентності Європейської Комісії | Ключові компетентності Організації економічного співробітництва та розвитку (Organization for Economic Cooperation and Development, 2005) | Навички 21-го століття Всесвітнього економічного форуму (World Economic Forum, 2016) | Компетентності Партнерства для навчання в 21 столітті (Partnership for 21st Century Learning, 2009) | Компетентності ЮНЕСКО (UNESCO, 2014) |
|---|---|--|---|--|
| Математична компетентність та компетентність у природничих науках, технологіях та інженерії | Здатність інтерактивно використовувати технології | Обчислювальна, природничо-наукова грамотність | Англійська мова та мови світу, мистецтва, математика, економіка, природничі науки, географія, історія, держава та суспільство | Обчислення та математика Наука та технології |
| Цифрова компетентність | Здатність інтерактивно використовувати технології | ІКТ-грамотність | Інформаційна грамотність, медіа-грамотність та ІКТ-грамотність | |

У іншому документі Всесвітнього економічного форуму наголошується, що попит на працівників, які матимуть розвинені високорівневі когнітивні (креативність, критичне мислення та прийняття рішень, а також комплексна обробка інформації) та технологічні навички, до 2030 року збільшиться майже вдвічі (World Economic Forum, 2018).

Фахівці Інституту інформаційних технологій і засобів навчання, визначаючи інформаційно-комунікаційну компетентність (інформаційно-комунікаційно-технологічну, або ІКТ-компетентність) як підтверджену здатність особистості автономно і відповідально використовувати на практиці інформаційно-комунікаційні технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв'язування суспільно значущих, зокрема професійних, задач у певній предметній галузі або виді діяльності (Биков et al., 2010, с. 46), наголошують на тому, що задля цілей стандартизації доцільно вживати даний термін у множині, визначаючи відповідні групи компетентностей (Биков et al., 2010, с. 2). Такої ж думки дотримуються фахівці ЮНЕСКО: так, у 2018 році ЮНЕСКО опубліковано третю версію рекомендацій щодо структури ІКТ-компетентностей учителів (UNESCO ICT Competency Framework for Teachers) (UNESCO, 2018), подану на рис. 1.

У Порядку денному в галузі сталого розвитку на період до 2030 року (2030 Agenda for Sustainable Development (General Assembly United Nations, 2005)), прийнятої Генеральною Асамблеєю ООН, стверджується, що глобальні зміни в напрямку побудови інклюзивних товариств знань повинен здійснюватися на основі поваги до прав людини, прагнення до гендерної рівності та надання усім рівних можливостей. ІКТ мають велике значення для досягнення всіх 17 цілей сталого розвитку, зокрема якісної освіти, гендерної рівності, індустріалізації та інновацій, подолання нерівності, забезпечення миру та партнерства в інтересах сталого розвитку.

Третя версія рекомендацій ЮНЕСКО, розроблена з урахуванням (General Assembly United Nations, 2005), передбачає збереження тих компетенцій, які залишаються актуальними, забезпечуючи їх відповідність передовим технологіям і постійно мінливим вимогам життя і роботи (UNESCO, 2018, с. 14). Документ містить опис трьох основних принципів (концепцій): 1) *формування суспільств знання*, які заохочують різноманітність і прагнуть ефективно використовувати всі можливі типи знань – від традиційної народної мудрості до науково-технічних знань (UNESCO, 2018,

с. 14); 2) *універсальний дизайн навчання*, що полягає у забезпеченні гнучкості та доступності методів подання відомостей, методів взаємодії з учнями, а також методів залучення учнів до навчання, усуваючи при цьому бар'єри в викладанні (UNESCO, 2018, с. 14); 3) *інклюзивна освіта*, що включає збереження та розвиток мови і культури, забезпечення доступу до навчання людей з обмеженими можливостями, забезпечення гендерної рівності в доступі до освіти засобами ІКТ та надання учням з різними здібностями можливостей вибору індивідуальних траєкторій навчання (UNESCO, 2018, с. 14-15).

| Аспекти \ Рівні | Отримання знань | Оволодіння знаннями | Створення знань |
|--|------------------------------------|--------------------------|--|
| Роль ІКТ в освітній політиці | Розуміння політики | Застосування політики | Інновації в області політики |
| Навчальна програма та оцінювання | Базові знання | Застосування знань | Навички, необхідні в суспільстві знань |
| Педагогічні практики | Використання ІКТ в навчанні | Вирішення складних задач | Самоорганізація |
| Цифрові навички | Застосування | Інтеграція | Трансформація |
| Організація освітнього процесу та управління ним | Традиційні форми навчальної роботи | Групи співпраці | Організації, що навчаються |
| Професійний розвиток педагогів | Цифрова грамотність | Мережна взаємодія | Вчитель як новатор |

Рис. 1. Структура ІКТ-компетентностей учителів (за UNESCO ICT Competency Framework for Teachers)

У Рекомендаціях ЮНЕСКО визначаються основні ІКТ-інновації, що мають бути відображені у змісті навчання: відкриті освітні ресурси, соціальні медіа, мобільні технології, Інтернет речей, штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, великі дані, програмування, етика та захист конфіденційності (UNESCO, 2018, с. 16-18).

Рекомендації включають 18 компетенцій, які структуровані відповідно до шести аспектів професійної діяльності вчителя та за трьома рівнями використання ІКТ в педагогічних цілях. Основна ідея полягає в тому, що вчителі, що володіють відповідними компетентностями, зможуть забезпечити високу якість освіти і в кінцевому рахунку зуміють ефективно сприяти розвитку ІКТ-компетентностей учнів.

Кожен із рівнів охоплює шість аспектів, що відображають стандартні обов'язки вчителя: 1) «роль ІКТ в освітній політиці» – це аспект передбачає, що вчителі повинні бути інформовані про те, як ІКТ застосовуються в рамках пріоритетних напрямів розвитку, закріплених у державній освітній політиці, та чітко розуміти значимість їх ролі в підготовці майбутніх поколінь до успішного життя в суспільстві; 2) «навчальна програма та оцінювання» – цей аспект передбачає застосування ІКТ для вирішення конкретних завдань в рамках навчальної програми, а також для оцінювання знань; 3) «педагогічні практики» – цей аспект включає оволодіння вчителями такими навичками роботи з ІКТ, які дозволять їм використовувати ефективні методи викладання і навчання, інтегруючи ІКТ у традиційні методи; 4) «цифрові навички» – цей аспект визначає базові навички роботи з ІКТ як обов'язкову умову для інтеграції технологій у процес навчання; 5) «організація освітнього процесу та управління ним» – у рамках цього аспекту пропонуються способи управління цифровими ресурсами школи та забезпечення безпеки людей, які їх використовують, для організації ефективного навчального середовища; 6) «професійний розвиток педагогів» – у рамках даного аспекту пропонуються способи використання ІКТ для професійного розвитку вчителів протягом усього життя (UNESCO, 2018, с. 24-25).

На першому рівні формуються 6 базових ІКТ-компетентностей, що надають учителям можливість ефективно працювати і активно брати участь у житті шкільної спільноти для того, щоб допомогти учням стати активними та корисними членами суспільства. На другому рівні вчителі набувають 6 ІКТ-компетентностей зі створення сприятливого освітнього середовища, орієнтоване на учнів та розвиток навичок спільної роботи. На третьому рівні вчителі набувають 6 ІКТ-компетентностей, що допомагають їм моделювати передові практики і створювати таке середовище навчання, яке сприяло б формуванню в учнів принципово нових знань, необхідних для розвитку більш гармонійних, досконалих і процвітаючих суспільств.

У 2016 році був проведений аналіз можливостей застосування рекомендацій у різних країнах світу. В результаті аналізу було підтверджено, що в період між 2008 і 2016 роками рекомендації вплинули на: розвиток державної політики застосування ІКТ в освіті; створення державних професійних стандартів підготовки вчителів, пов'язаних з інтеграцією ІКТ в освіту; розробку критеріїв оцінки ІКТ-компетентностей учителів на державному рівні та аналіз різних ініціатив з підвищення їх кваліфікації; формування навчальних програм з використання ІКТ в освіті; розробку курсів підвищення кваліфікації вчителів (UNESCO, 2018, с. 11-12).

Рекомендації ЮНЕСКО широко використовуються при розробці національних рамок ІКТ-компетентностей учителів. Так, О. М. Спірін виокремив 6 рівнів сформованості ІКТ-компетентностей майбутніх учителів та індикатори для кожного з них (Спірін, 2009); департаментом освіти та навчання (Австралія) розробляються та динамічно оновлюються збірники компетентностей (training packages) для різних галузей знань, що є складовою національного реєстру

професійної освіти та навчання. Зокрема, у пакеті TAE Training and Education Training Package (Commonwealth of Australia, 2020) визначено вимоги до підготовки бакалаврів та магістрів, що спеціалізуються у цифровій освіті – Graduate Certificate in Digital Education (8 рівень Австралійської рамки кваліфікацій з терміном навчання від половини до повного року (Commonwealth of Australia, 2020, с. 22)). Дана кваліфікація є доповненням до набутої кваліфікації вчителя та передбачає опанування 5 модулів (3 основних та 2 вибіркових з двох груп), яким відповідають наступні основні компетентності:

1. *Здатність до оцінювання, реалізації та використання ІКТ зорієнтованих освітніх платформ* проявляється через застосування знань та умінь, необхідних для оцінювання, реалізації та використання складних освітніх ІКТ в контексті організаційного управління, включно із мобільними та бездротовими технологіями, а також умінь, необхідних для підтримки проектно зорієнтованого навчання, спільної роботи та розвитку онлайн спільнот із застосування ІКТ (Commonwealth of Australia, 2020, с. 164-165).

2. *Здатність до застосування е-навчання в соціальних медіа* проявляється через уміння та знання, необхідні для створення навчальної спільноти у соціальних медіа з метою організації е-навчання та підтримки традиційного навчання із використанням технологій соціального конструктивізму та коннективізму (Commonwealth of Australia, 2020, с. 170-173).

3. *Здатність до педагогічного проектування для е-навчання* проявляється через уміння та знання, необхідні для оцінювання того, як сучасні педагогічні практики можуть бути покращені через мобільні технології та можливості навчання у будь-який час та у будь-якому місці на різноманітних цифрових пристроях, з різних цифрових джерел та з усіма людьми з усього світу (Commonwealth of Australia, 2020, с. 224-227).

4. *Здатність до аналізу, реалізації та оцінки ефективності е-оцінювання* проявляється через уміння та знання, необхідні для аналізу різноманітних варіантів технологічно зорієнтованого оцінювання (діагностичного, формувального та підсумкового) навчальних досягнень (е-оцінювання) з метою забезпечення його правильності, гнучкості, валідності та надійності (Commonwealth of Australia, 2020, с. 116-119).

5. *Здатність до застосування знань, пов'язаних з ІКТ* проявляється через знання та уміння, необхідні для аналізу та застосування ефективних методів використання ІКТ для задоволення потреб освітніх установ (Commonwealth of Australia, 2020, с. 230-234).

6. *Здатність до впровадження вдосконалених навчальних практик* проявляється через знання та уміння, необхідні для започаткування та реалізації практик, що сприятимуть вдосконаленню стратегій навчання в контексті його організації, зокрема оцінювання способів покращення навчання, управління та моніторинг ними, аналіз, застосування та адаптація вдосконалених навчальних практик, а також володіння методами вдосконалення навчальних практик, включно із розвитком персоналу (Commonwealth of Australia, 2020, с. 235-238).

7. *Здатність до аналізу промислових реалізацій та систем е-навчання* проявляється через знання та уміння, необхідні для розробки, перегляду та впровадження сучасних рішень для е-навчання, зокрема, оцінювання тенденцій розвитку е-навчання, моніторинг ресурсів е-навчання, перевірку та оцінювання запропонованих рішень відповідно до організаційних вимог (Commonwealth of Australia, 2020, с. 241-244).

ОБГОВОРЕННЯ

Будь-яка компетентність у процесі свого розвитку проходить різні етапи, що можуть бути ідентифіковані рівнями або іншими компетентностями. Так, ключові цифрова та математична компетентність, формування яких розпочинається у дошкільному періоді, під час навчання у закладі загальної середньої освіти розвиваються до предметних інформатичних та математичних компетентностей, а також до інформаційно-комунікаційної компетентності. Так, Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (Кабінет Міністрів України, 2011) визначає ключову інформаційно-комунікаційну компетентність як здатність учня використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань, а предметну (галузеву) інформаційно-комунікаційну (інформатичну) компетентність як набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета (інформатики) діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів, зміст якої є інтегративним, відбувається у результаті застосування під час вивчення всіх предметів навчального плану діяльнісного підходу, в тому числі інформатики.

Основними завданнями навчання інформатики у старшій школі є формування в учнів здатностей: виявляти та аналізувати інформаційні процеси в технічних, біологічних і соціальних системах; будувати і використовувати інформаційні моделі, а також засоби опису та моделювання явищ і процесів. Виходячи з того, що математичне моделювання є основою інформатики як науки та навчальної дисципліни, доцільним є перенос частини інформаційно-комунікаційного компоненту Державного стандарту, пов'язаного з теоретичною інформатикою, з освітньої галузі «Технології» до галузі «Математика».

У системі вищої освіти спільність професійної підготовки вчителя математики та вчителя інформатики підкреслюється частим поєднанням предметних спеціальностей 014 «Середня освіта» (математика, інформатика) та розробкою відповідних навчальних планів, базовими нормативними та вибірковими дисциплінами у яких є: математичний аналіз, геометрія, алгебра та теорія чисел, теорія ймовірностей, математична статистика, методика навчання математики, історія математики та інші математичні дисципліни, при вивченні яких ключові та предметні інформатичні компетентності, що формуються у процесі навчання теоретичних основ інформатики, математичної логіки та теорії алгоритмів, мов програмування, комп'ютерного моделювання, комп'ютерної графіки, інформаційних систем та комп'ютерних мереж, архітектури обчислювальних систем, історії інформатики та ін.

Л. М. Васильєва визначає наступні напрями інтеграції математики та інформатики у формуванні професійної математичної компетентності: інтеграція змісту навчання математики та інформатики; використання професійно зорієнтованих завдань дослідницького змісту на основі технології моделювання; інтеграція форм організації навчання математики та інформатики (Васильєва, 2014, с. 7).

У процесі професійної підготовки вчителя інформаційно-комунікаційна компетентність розвивається у систему загальнопрофесійних інформаційно-комунікаційних компетентностей (ІКТ-компетентностей) учителя, яка уточнюється та доповнюється відповідно до обраної предметної спеціалізації. Так, Американською асоціацією фахівців із підготовки вчителів математики (Association of Mathematics Teacher Educators) у 2017 році були розроблені стандарти підготовки вчителів математики (National Council of Teachers of Mathematics) у стандарті 2012 року Secondary Math Teacher Preparation Program виокремлено 4 розділ «Математичне навчальне середовище», в якому вказується, що «ефективний вчитель математики ... застосовує засоби навчання, такі як фізичні, цифрові та віртуальні ресурси» (NCTM, 2012, с. 3).

Для вчителя математики обов'язковим є застосування математичного змісту та педагогічних знань для вибору та використання засобів навчання, таких як маніпулятивні (що передбачають активне експериментування з ними) та фізичні моделі (як засоби наочності), креслення, віртуальні середовища, електронні таблиці, засоби для презентації та специфічні математичні технології (наприклад, засоби для побудови графіків, системи динамічної геометрії, системи комп'ютерної математики та статистичні пакети), а також приймати обґрунтовані рішення про те, коли такі засоби покращують навчання та викладання, розуміючи як переваги, так й можливі обмеження таких засобів (NCTM Rubrics, 2012, с. 15).

У «Стандарті для вчителів математики середньої школи (учні віком від 11 до 18 років)» (Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+) Національної ради професійних стандартів викладання стосовно змісту навчання математики вказується, що «... зміст навчання математики та педагогічні основи її викладання динамічні. База знань з математики, математичних теорій та застосувань, а також еволюції технологій, таких як фрактали, рекурсія та комп'ютерний веб-дизайн, надають можливості, що змінюють спосіб залучення людей до математичних міркувань» (National Board for Professional Teaching Standards, 2010, с. 44).

Асоціацією викладачів математики визначено стандарт С.1 «Математичні концепції, практики та навчальні програми» (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017, с. 8-12), у якому визначені показники підготовки молодих учителів: «Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють надійними знаннями з математичних та статистичних понять, що лежать в основі того, з чим вони стикаються у викладанні. Вони залучені до відповідних математичних та статистичних практик і підтримують своїх учнів у цьому. Вони можуть читати, аналізувати та обговорювати документи з навчальних програм, оцінювання та стандартів, а також математичні здобутки учнів». Серед таких показників можна виділити:

- володіння ґрунтовними та гнучкими знаннями основних математичних понять та процедур, які вони навчатимуть, а також іншими знаннями поза межами початкової програми та фундаментальними до тих, які вони навчатимуть;

- володіння ґрунтовними та гнучкими знаннями математичних процесів та практик і способів їх використання для розв'язання задач та передавання ідей;

- очікування, що математика буде всеможливо корисною для себе та інших, та віра у те, що всі люди здатні математично мислити та розв'язувати складні математичні задачі, докладаючи зусиль;

- навички аналізу математичного змісту навчальної програми: такі вчителі математики читають, аналізують, інтерпретують та вводять у дію навчальні програми з математики, змістові траєкторії, стандарти та настанови з оцінювання для класів, у яких вони готуються викладати.

Стосовно використання засобів ІКТ у стандарті підготовки вчителів математики (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017) визначено показник С.1.6 «Застосування математичних засобів і технологій»: «Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють засобами та технологіями, розробленими для підтримки математичних міркувань та умовиводів, як власне математичних, так й методичних. Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють цифровими засобами та фізичними маніпулятивами для розв'язування математичних задач та для покращення висвітлення математичних і статистичних понять. ... Крім того, вони ... знають, що фізичні та цифрові моделі мають вирішальне значення для розуміння ключових статистичних понять. Вони знайомі з використанням віртуальних маніпулятивів... Добре підготовлені вчителі-початківці приймають обґрунтовані рішення щодо того, коли такі засоби покращують викладання та навчання, та знають їх переваги та недоліки. Не кожен засіб, електронний чи фізичний, є придатним у будь-якій ситуації, і різні засоби надають різні інтерпретації. Добре підготовлені вчителі-початківці розуміють швидкість, з якою з'являються технології, і прагнуть опанувати нові засоби, аналізуючи їх потенціал та обмеження в навчанні учнів математики» (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017, с. 11-12).

Термін «маніпулятиви» (manipulative) у математичній освіті США позначає об'єкт (фізичну модель), призначену для активного експериментування із нею. Застосування таких моделей розглядається як спосіб опанування математичних концепцій через дії, виконуваних учнями руками, переважно в ігровій формі. Якщо традиційна фізична модель математичного об'єкту є виключно засобом наочності, виготовленим їх виробником або вчителем, то маніпулятиви складаються з готових блоків самими учнями. Прикладами відомих маніпулятивів є блоки Дьонеша (Dienes Z. P., 2009). Відповідно до термінології, що вживається у обговорюваному стандарті, «фізичні моделі» розглядається як засоби наочності, призначені виключно для демонстрування у готовому вигляді, а «віртуальні маніпулятиви» – це педагогічні програмні засоби, у яких учень може скласти комп'ютерну модель, використовуючи готові блоки.

У Вимогах до інформатичної та математичної підготовки випускників (Computer Science and Mathematics Graduation Requirements) американських шкіл (NCTM, 2015) наголошується, що жоден математичний курс не може бути поглинений інформатичним, навіть якщо в ньому глибоко розглядаються відповідні поняття. Гарним варіантом можуть бути курси інформатики, у яких теми інформатики тісно інтегровані з темами математичних курсів. У такому випадку теми з інформатики будуть інтегровані в математичні курси з математикою на «першому місці» (NCTM, 2015). Існує ряд проєктів, що розробляють деякі матеріали у цьому напрямі. Code.org спільно з Bootstrap розробляє навчальні програми та матеріали для навчання алгебраїчних і геометричних понять через програмування, такі як «Інформатика в алгебрі»

(Computer Science in Algebra) (CODE logo and Hour of Code, 2015). Результатом навчання за курсом є Проєкт комп'ютерної гри, створення якої вимагає активного використання всіх засвоєних понять.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Основним джерелом для змін у системі освіти є суспільне замовлення, що відображає розвиток технологій, науки та суспільно-економічних відносин. У 20-ті роки XXI століття цей комплекс, що отримав назву Індустрія 4.0, є надзвичайно інформатизованим, що зумовлює необхідність уточнення інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів шляхом відображення у них нового змісту та нових здатностей. Так, майбутні учителі математики повинні оволодіти новими інформатичними технологіями (мобільних, повсюдних, хмаро-туманних та квантових обчислень) і здатностями до віддаленого управління як соціальними (наприклад, у процесі реалізації дистанційного навчання), так й кіберфізичними системами, а також застосування до них математичних методів та моделей штучного інтелекту задля реалізації оптимального управління навчанням та робототехнічними системами.

2. У результаті проведеного аналізу зарубіжних стандартів ключових компетентностей, базової та повної середньої освіти, підготовки учителів (зокрема, учителів математики) та фахівців з інформаційних технологій пропонується уточнити систему інформатичних компетентностей учителя математики, розроблену Ю. С. Рамським, у частині структури, змісту та показників їх сформованості: формування інформатичних компетентностей учителя математики має розпочинатись із базових інформатичних компетентностей, подальший розвиток яких відбуватиметься насамперед у компетентностях у системному адмініструванні, веб-технологіях, програмуванні та системному аналізі.

Список використаних джерел

1. Association of Mathematics Teacher Educators. Standards for Preparing Teachers of Mathematics. 2017. 182 p. URL: <https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf> (дата звернення 12.08.2020).
2. Биков, В. Ю., Білоус, О. В., Богачков, Ю. М., Грабовський, П. П., Колос, К. Р., Кривонос, О. М., Литвинова, С. Г., Малицька, І. Д., Прилуцька, Н. С., Спирін, О. М., Овчарук, О. В., Рождественська, Д. Б., Шевчук, П. Г. & Шимон О. М. (2010). *Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України: Методичні рекомендації*. Атіка.
3. CODE logo and Hour of Code. Computer Science in Algebra. 2015. URL: <https://code.org/curriculum/algebra> (дата звернення 12.08.2020).
4. Commonwealth of Australia. TAE Training and Education Training Package. Release 3.0. 10.01.2020. 430 p. URL: https://training.gov.au/TrainingComponentFiles/TAE/TAE_R3.0.pdf (дата звернення 12.08.2020).
5. Dienes Z. P. A Concrete Approach to the Architecture of Mathematics: Collected Papers of Zoltan P. Dienes. – Auckland: University of Auckland, 2009. 345 p.
6. General Assembly United Nations. Resolution adopted by the General Assembly. *Seventieth session*. 25.10.2005. 35 p. URL: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (дата звернення 12.08.2020).
7. National Board for Professional Teaching Standards. Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+. 2010. 53 p. URL: <http://www.nbpts.org/wp-content/uploads/EAYA-MATH.pdf> (дата звернення 12.08.2020).
8. NCTM. CAEP Standards (2012) – Secondary (Initial Preparation). 2012. 5 p. URL: http://nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/CAEP_Standards/NCTM%20CAEP%20Standards%202012%20-%20Secondary.pdf (дата звернення 12.08.2020).
9. NCTM. CAEP Standards (2012) Reviewer Rubrics – Secondary (Initial Preparation). 2012. 24 p. – URL: https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Updated020918_NCTM%202012%20ReviewerRubrics-Sec.pdf (дата звернення 12.08.2020).
10. NCTM. Computer Science and Mathematics Graduation Requirements. 2015. 10 p. – URL: [https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20\(EIC%20March%202015\).pdf](https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20(EIC%20March%202015).pdf) (дата звернення 12.08.2020).
11. Organization for Economic Cooperation and Development. The definition and selection of key competencies. Executive Summary. 27.05.2005. URL: <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf> (дата звернення 12.08.2020).
12. Partnership for 21st Century Learning. 21st century student outcomes. 2009. 9 p. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf> (дата звернення 12.08.2020).
13. The Council of the European Union. Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. С 189. Р. С1-13. 4.6.2018. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) (дата звернення 12.08.2020).
14. UNESCO. Guiding Principle for Learning in the Twenty-first Century. Geneva, 2014. URL: http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/practices_series_28_v3_002.pdf (дата звернення 12.08.2020).
15. UNESCO. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. Version 3. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2018. 68 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721> (дата звернення 12.08.2020).
16. World Economic Forum. New Vision for Education. 10.03.2016. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf (дата звернення 12.08.2020).
17. World Economic Forum. The 3 key skill sets for the workers of 2030. 2018. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2018/06/the-3-skill-sets-workers-need-to-develop-between-now-and-2030> (дата звернення 12.08.2020).
18. World Economic Forum. What are the 21st-century skills every student needs? 2016. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students> (дата звернення 12.08.2020).

19. Васильева Л. Н. Методика формирования профессионально-математической компетентности студентов технических направлений на основе интеграции математики и информатики : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика). Орёл, 2014. 24 с.
20. Верховна Рада України. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки : Закон України № 537-V. К., 9 січня 2007 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16> (дата звернення 12.08.2020).
21. Грабовський П. П. Розвиток інформаційної компетентності вчителів природничо-математичних предметів у післядипломній педагогічній освіті : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. К., 2016. 250 с.
22. Губанов В. А. Формирование готовности учителя математики к использованию программных средств в образовательном процессе : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования. Пенза, 2010. 22 с.
23. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2011. Випуск 11 (18). С. 3-15.
24. Жерновникова О. А. Застосування хмарних технологій при підготовці майбутніх учителів математики до проектування навчальної діяльності старшокласників. *Таврійський вісник освіти*. 2015. № 3. С. 98-103.
25. Жукова В. М. Розробка технології формування інформатичної компетентності майбутнього вчителя математики. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки*. 2010. № 17 (204). С. 128-137.
26. Кабінет Міністрів України. Про Державну національну програму "Освіта" ("Україна XXI століття") : постанова № 896. К., 3 листопада 1993 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF> (дата звернення 12.08.2020).
27. Кабінет Міністрів України. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : постанова № 1392. К., 23 листопада 2011 р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення 12.08.2020).
28. Кириленко Н. М. Педагогічні умови застосування комп'ютерних дидактичних ігор у фаховій підготовці майбутніх учителів математики й інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Вінниця, 2010. 253 с.
29. Криштоф С. Д. Складники підготовки майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін до використання Інтернет-підтримки у навчальному процесі. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2011. Вип. 36. С. 53-61.
30. Кушнір В. А. Концепція моделювання інформаційно-освітнього середовища в професійній підготовці майбутніх учителів математики. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сер.: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 132. С. 6-11.
31. Лебедик Л. В. Дидактичні принципи формування ІКТ-компетентностей майбутніх учителів математики у процесі фахової підготовки. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 3 (13). С. 215-219.
32. Мартиросян Л. П. Теоретико-методические основы информатизации математического образования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатизация образования). Москва, 2010. 42 с.
33. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії : монографія. Вінниця : ФОП Легкун В. М., 2013. 450 с.
34. Попель М. В. Дослідження інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх учителів математики та стану матеріально-технічного забезпечення навчального закладу в аспекті використання хмарних технологій. *Нова педагогічна думка*. 2016. № 1 (85). С. 54-59.
35. Президент України. Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні : Указ № 31/2020. К., 30 січня 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31/2020#Text> (дата звернення 12.08.2020).
36. Разливинских И. Н. Формирование математической компетентности у будущих учителей начальных классов в процессе профессиональной подготовки в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования. Челябинск, 2011. 22 с.
37. Ракута В. М. Досвід запровадження системи розвитку професійної ІКТ-компетентності вчителів математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Том 38, № 6. С. 70-82. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v38i6.892>.
38. Рамський Ю. С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика). К., 2013. 560 с.
39. Садулаева Б. С. Формирование специальных компетенций будущих бакалавров профиля "Информатика" в процессе обучения математической информатике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика, уровень профессионального образования). Челябинск, 2012. 26 с.
40. Саркеева А. Н. Использование компьютерных математических пакетов для обучения программированию и моделированию в школьном курсе информатики на профильном уровне : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика). Москва, 2010. 21 с.
41. Семеніхіна О. В., Юрченко А. О. Формування інформатичної компетентності вчителя математики і фізики на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. Випуск 8 (III). С. 52-57.
42. Скворцова С. О. Нормативна складова методичної компетентності майбутнього вчителя в галузі викладання математики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 110. С. 286-288.

43. Сніжко М. В. Методична система організації алгоритмічного тестування в процесі підготовки майбутніх вчителів математики. *Інформаційні технології в освіті*. 2010. Вип. (5). С. 160-167. DOI : 10.14308/ite000136.
44. Спирін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. № 5(13). 15 с.
45. Тутова О. В. Методична система формування професійної готовності майбутнього вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в евристичному навчанні математики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Київ, 2010. 20 с.

References

1. Association of Mathematics Teacher Educators. (2017). *Standards for Preparing Teachers of Mathematics*. <https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf>
2. Bykov, V. Yu., Bilous, O. V., Bohachkov, Yu. M., Hrabovskiy, P. P., Kolos, K. R., Kryvonos, O. M., Lytvynova, S. H., Malyska, I. D., Prylutska, N. S., Spirin, O. M., Ovcharuk, O. V., Rozhdestvenska, D. B., Shevchuk, P. H. & Shymon O. M. (2010). *Osnovy standartyzatsii informatsiino-komunikatsiinykh kompetentnostei v systemi osvity Ukrainy: Metodychni rekomendatsii [Fundamentals of standardization of information and communication competencies in the education system of Ukraine: Methodological recommendations]*. Atika. [in Ukrainian]
3. CODE logo and Hour of Code. (2015). *Computer Science in Algebra*. <https://code.org/curriculum/algebra>
4. Commonwealth of Australia. (2020, January 10). *TAE Training and Education Training Package. Release 3.0*. https://training.gov.au/TrainingComponentFiles/TAE/TAE_R3.0.pdf
5. Dienes, Z. P. (2009). *A Concrete Approach to the Architecture of Mathematics: Collected Papers of Zoltan P. Dienes*. University of Auckland.
6. General Assembly United Nations. (2005, October 25). *Resolution adopted by the General Assembly. Seventieth session*. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
7. National Board for Professional Teaching Standards. (2010). *Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+*. <http://www.nbpts.org/wp-content/uploads/EAYA-MATH.pdf>
8. NCTM. (2012). *CAEP Standards (2012) – Secondary (Initial Preparation)*. http://nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/CAEP_Standards/NCTM%20CAEP%20Standards%202012%20-%20Secondary.pdf
9. NCTM. (2012). *CAEP Standards (2012) Reviewer Rubrics – Secondary (Initial Preparation)*. https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Updated020918_NCTM%202012%20ReviewerRubrics-Sec.pdf
10. NCTM. (2015). *Computer Science and Mathematics Graduation Requirements*. [https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20\(EIC%20March%202015\).pdf](https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20(EIC%20March%202015).pdf)
11. Organization for Economic Cooperation and Development. (2005, May 27). *The definition and selection of key competencies. Executive Summary*. <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
12. Partnership for 21st Century Learning. (2009). *21st century student outcomes*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf>
13. The Council of the European Union. (2018, June 4). Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union, C 189*, C1–13. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)
14. UNESCO. (2014). *Guiding Principle for Learning in the Twenty-first Century*. http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/practices_series_28_v3_002.pdf
15. UNESCO. (2018). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. Version 3*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721>
16. World Economic Forum. (2016, March 10). *New Vision for Education*. http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf
17. World Economic Forum. (2018). *The 3 key skill sets for the workers of 2030*. <https://www.weforum.org/agenda/2018/06/the-3-skill-sets-workers-need-to-develop-between-now-and-2030>
18. World Economic Forum. (2016). *What are the 21st-century skills every student needs?* <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students>
19. Vasileva, L. N. (2014). *Metodika formirovaniia professionalno-matematicheskoi kompetentnosti studentov tekhnicheskikh napravlenii na osnove integratsii matematiki i informatiki [Methods for the formation of professional and mathematical competence of students of technical fields on the basis of the integration of mathematics and computer science]*. [Unpublished doctoral dissertation]. Ural State Pedagogical University. [in Russian]
20. Verkhovna Rada Ukrainy. (2007, January 9). *Pro Osnovni zasady rozvytku informatsiinoho suspilstva v Ukraini na 2007-2015 roky [On the Basic Principles of Information Society Development in Ukraine for 2007-2015]*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16>. [in Ukrainian]
21. Grabovskiy, P. P. (2016) *Rozvytok informatsiinoi kompetentnosti vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv u pisladyplomnii pedahohichnii osviti [The development of information competence of teachers of Natural and Mathematical subjects in-service teachers' training]*. [Unpublished doctoral dissertation]. University of Educational Management of the NAES of Ukraine. [in Ukrainian]
22. Gubanov, V. A. (2010). *Formirovanie gotovnosti uchitelia matematiki k ispolzovaniiu programmnykh sredstv v obrazovatelnom protsesse [Formation of the readiness of a mathematics teacher to use software in the educational process]*. [Unpublished

- doctoral dissertation]. Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinskiy [in Russian]
23. Zhaldak, M. I. (2011). Systema pidhotovky vchytelia do vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v navchalnomu protsesi [The system of teacher training for the use of information and communication technologies in the educational process]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 2: Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*, 11(18), 3–15. [in Ukrainian]
 24. Zhernovnykova, O. A. (2015). Zastosuvannia khmarnykh tekhnolohii pry pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky do proiektuvannia navchalnoi diialnosti starshoklasnykiv [Application of cloud technologies in the preparation of future mathematics teachers for the design of educational activities of high school students]. *Tavriiskyi visnyk osvity*, 3, 98–103. [in Ukrainian]
 25. Zhukova, V. N. (2010). Rozrobka tekhnolohii formuvannia informatychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia matematyky [The technology of forming informatic competence of future Mathematics teacher]. *Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenko. Pedagogichni nauky*, 17(204), 128–137. [in Ukrainian]
 26. Kabinet Ministriv Ukrainy. (1993, November 3). *Pro Derzhavnu natsionalnu prohramu "Osvita" ("Ukraina XXI stolittia")* [About the State National Program "Education" ("Ukraine of the XXI Century")]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF> [in Ukrainian]
 27. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2011, November 23). *Pro zatverdzhennia Derzhavnogo standartu bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity* [On the approval of the State standard of basic and full general secondary education]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
 28. Kyrylenko, N. M. (2010). *Pedahohichni umovy zastosuvannia kompiuternykh dydaktychnykh ihor u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky y informatyky* [Pedagogical conditions for stopping computer didactic games in the professional training of future teachers of mathematics and computer science]. [Unpublished doctoral dissertation]. Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskiy State Pedagogical University. [in Ukrainian]
 29. Kryshtof, S. D. (2011). Skladnyky pidhotovky maibutnoho vchytelia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin do vykorystannia Internet-pidtrymky u navchalnomu protsesi [Components of preparation of the future teacher of natural and mathematical disciplines for use of Internet support in educational process]. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty*, 36, 53–61. [in Ukrainian]
 30. Kushnir, V. A. (2014). Kontseptsiiia modeliuвання informatsiino-osvitnoho seredovyscha v profesiinii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky [The concept of modeling the information and educational environment in the training of future teachers of mathematics]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Ser.: Pedagogichni nauky*, 132, 6–11. [in Ukrainian]
 31. Lebedyk, L. V. (2017). Dydaktychni pryntsyipy formuvannia IKT-kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky u protsesi fakhovoi pidhotovky [Didactic principles of formation of ICT competencies of future mathematics teachers in the process of professional training]. *Physical & Mathematical Education*, 3(13), 215–219. [in Ukrainian]
 32. Martirosian, L. P. (2010). *Teoretiko-metodicheskie osnovy informatizatsii matematicheskogo obrazovannia* [Theoretical and methodological foundations of informatization of mathematical education]. [Unpublished doctoral dissertation]. Institute of Informatization of Education of the Russian Academy of Education. [in Russian]
 33. Matiash, O. I. (2013). *Teoretyko-metodychni zasady formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia matematyky do navchannia uchniv heometrii* [Theoretical and methodical bases of formation of methodical competence of the future teacher of mathematics to training of pupils of geometry]. FOP Lehkun V. M. [in Ukrainian]
 34. Popel, M. V. (2016). Doslidzhennia informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky ta stanu materialno-tekhnichnoho zabezpechennia navchalnoho zakladu v aspekti vykorystannia khmarnykh tekhnolohii [Research of information and communication competence of future mathematics teachers and the state of material and technical support of the educational institution in the aspect of using cloud technologies]. *Nova pedahohichna dumka*, 1(85), 54–59. [in Ukrainian]
 35. Prezydent Ukrainy. (2020, January 30). *Pro oholoshennia 2020/2021 navchalnoho roku Rokom matematychnoi osvity v Ukraini* [About the announcement of the 2020/2021 academic year as the Year of Mathematical Education in Ukraine]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31/2020#Text> [in Ukrainian]
 36. Razlivinskikh, I. N. (2011). *Formirovanie matematicheskoi kompetentnosti u budushchikh uchitelei nachalnykh klassov v protsesse professionalnoi podgotovki v vuze* [Formation of mathematical competence among future primary school teachers in the process of professional training at a university]. [Unpublished doctoral dissertation]. Chelyabinsk State University [in Russian]
 37. Rakuta, V. M. (2013) Dosvid zaprovadzhennia systemy rozvytku profesiinoi IKT-kompetentnosti vchyteliv matematyky [Experience in implementing a system for the development of professional ICT competence of mathematics teachers]. *Information Technologies and Learning Tools*, 38(6), 70–82. <https://doi.org/10.33407/itlt.v38i6.892>. [in Ukrainian]
 38. Ramskyi, Yu. S. (2013). *Metodychna systema formuvannia informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky* [Methodical system of formation of information culture of future teachers of mathematics]. [Unpublished doctoral dissertation]. National Pedagogical Dragomanov University. [in Ukrainian]
 39. Sadulaeva, B. S. (2012). *Formirovanie spetsialnykh kompetentcii budushchikh bakalavrov profilia "Informatika" v protsesse obuchenii matematicheskoi informatike* [Formation of special competencies of future bachelors of the "Informatics" profile in the process of teaching mathematical informatics]. [Unpublished doctoral dissertation]. Chelyabinsk State Pedagogical University. [in Russian]
 40. Sarkeeva, A. N. (2010). *Ispolzovanie kompiuternykh matematicheskikh paketov dlia obucheniiia programmirovaniuu i modelirovaniuu v shkolnom kurse informatiki na profilnom urovne* [The use of computer mathematical packages for teaching

- programming and modeling in the school computer science course at the profile level*]. [Unpublished doctoral dissertation]. Tula State Pedagogical University named after L. N. Tolstoy. [in Russian]
41. Semenikhina, O. V., Yurchenko, A. O. (2015). Formuvannya informatychnoi kompetentnosti vchytelia matematyky i fizyky na osnovi vykorystannia spetsializovanoho prohramnoho zabezpechennia [Formation of information competence of a teacher of mathematics and physics on the basis of the use of specialized software]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seria: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*, 8(III), 52–57. [in Ukrainian]
 42. Skvortsova, S. O. (2013). Normatyvna skladova metodychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia v haluzi vykladannia matematyky [The normative component of the methodological competence of the future teacher in the field of teaching mathematics]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky*, 110, 286–288. [in Ukrainian]
 43. Snizhko, M. V. (2010). Metodychna systema orhanizatsii alhorytmichnoho testuvannia v protsesi pidhotovky maibutnikh vchyteliv matematyky [Methodical system of organization of algorithmic testing in the process of training future mathematics teachers]. *Information Technologies in Education*, 5, 160–167. <https://doi.org/10.14308/ite000136>. [in Ukrainian]
 44. Spirin, O. M. (2009). Informatsiino-komunikatsiini ta informatychni kompetentnosti yak komponenty systemy profesiino-spetsializovanykh kompetentnostei vchytelia informatyky [Information-communication and information competencies as components of the system of professionally-specialized competencies of a computer science teacher]. *Information Technologies and Learning Tools*, 5(13). [in Ukrainian]
 45. Tutova, O. V. (2010). *Metodychna systema formuvannia profesiinoi hotovnosti maibutnoho vchytelia do vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v evrystychnomu navchanni matematyky [Methodical system of formation of professional readiness of the future teacher for use of information and communication technologies in heuristic teaching of mathematics]*. [Unpublished doctoral dissertation]. National Pedagogical Dragomanov University. [in Ukrainian]

**STRUCTURE AND CONTENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCES OF MATHEMATICS' TEACHER:
A REVIEW OF FOREIGN STUDIES**

N.S. Ponomareva

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. Significant changes in the training of future specialists due to the introduction of Industry 4.0 promising technologies have not yet been reflected in the works devoted to the formation and development of information and communication competencies of future mathematics teachers. So the purpose of the article is to highlight the foreign experience of selecting the components of ICT competencies of future mathematics teachers.

Materials and methods. Source analysis, self-reflection, systematization, and generalization.

Results. 1. The ratio of mathematical and digital competencies identified by European and international institutions has been determined. 2. A new version of the UNESCO recommendation on the structuring of ICT-competence of teachers has been characterized. 3. The new ICT competencies of teachers related to the technology's development have been determined. 4. The expediency and necessity of strengthening the CS training of future mathematics teachers have been established.

Conclusions. The Industry 4.0 development determines a need to clarify the ICT competencies of future mathematics teacher by reflecting the new content and competencies, in particular, the use of new ICTs (mobile, ubiquitous, cloud and quantum computing) and the ability to remotely manage social and cyber systems, as well as the AI application of mathematical methods and models. It is also proposed to clarify the system of CS competencies of a mathematics teacher, developed by Yu. S. Ramskyi, in terms of structure, content, and indicators of their formation. The formation of the informatics competencies of a mathematics teacher should begin with basic informatics competencies, the further development of which occurs primarily in the competencies in system administration, web technologies, programming, and systems analysis.

Keywords: ICT, information and communication competencies, professional training of mathematics teachers, Industry 4.0, CS training of mathematics teachers.