

Revitalizing education through the integration of cloud technologies

Valerii Yu. Bykov^[0000–0002–5890–6783]

Institute for Digitalisation of Education of the NAES of Ukraine,
9 M. Berlynskoho Str., Kyiv, 04060, Ukraine
valbykov@gmail.com
<https://esu.com.ua/article-41782>

Abstract. Objective: This research aims to identify the strategic direction for modernizing the education system in Ukraine through the integration of cloud computing technology. Methods: The study utilizes analysis and forecasting to examine the current trends in education system modernization and the role of information and communication technologies. It focuses on identifying strategic areas for implementing cloud computing technology in Ukrainian education. Research focus: The research explores the theoretical and methodological foundations of using cloud computing technology as a means to modernize the education system in Ukraine. Results: The analysis reveals that the successful implementation of a modern educational paradigm, based on the principles of open education, requires comprehensive informatization of the national education system. The study highlights key tools of open education that significantly enhance teaching effectiveness. It also examines the evolution of information and communication technology networks in education, emphasizing the potential for radical improvement in content and technology through ICT integration. The role of cloud computing technology and ICT outsourcing in educational organization is discussed, along with strategic areas for education informatization in Ukraine. Conclusions and recommendations: Technological and organizational solutions are crucial for addressing important societal challenges and fostering progressive development. Practical application of these solutions will accelerate scientific and technological progress and contribute to the transition towards a knowledge-based society, advancing humanity's future.

Keywords: education modernization · open education · information and communication technologies · ICT outsourcing · cloud computing

1 Вступ

Сучасний світ стрімко змінюється. Суспільство розвивається вражаючими і часто незбагненими для людини масштабами і темпами. “Ми є свідками входження людства в нову сучасність, в епоху становлення глобального світу, в якому невинно розширюються взаємозв'язки і взаємозалежність індивідів,

держав, націй, інтенсивно формується планетарний інформаційний простір, транснаціональний ринок капіталів, товарів, робочої сили...” [10, с. 10].

Зазначені особливості суспільного розвитку призвели до необхідності змін складу, структури і масштабів суспільної діяльності. Вони стали причиною суттєвого підвищення обсягів відомостей, що виробляються і циркулюють в суспільстві, відчутного підвищення динамізму і складності соціально-економічних, науково-технічних та виробничих процесів. Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема цифрових та оптиковолоконних, засобів інформаційно-комунікаційних мереж, до яких належать і технології хмарних обчислень, їх поширення в різних сферах життя та діяльності прискорює інтеграційні і комунікаційні процеси, забезпечує нові більш продуктивні можливості опрацювання електронних даних. Ці технології стрімко просувають нас по шляху до інформаційного суспільства, до майбутнього, але насправді вже досить близького суспільства знань. Сьогодні “визначальним стали інтелект і освіта, які перетворюють сучасне суспільство на суспільство знань” [10, с. 10].

Вочевидь, що люди, як визначальні складові соціотехнічних систем, мають встигати за суспільними змінами, адекватно реагувати на них. Це зумовлює потребу постійного (в темпі реальних змін) переосмислення відомих і отримання нових знань про людину, суспільство і природу, передбачає, що члени суспільства мають опанувати цими знаннями, набути навички життєдіяльності в сучасному світі. Останнє визначає, що людина повинна навчатися впродовж усього життя, а система освіти має надати їй такі можливості. “Неграмотний XXI століття – це не той, хто не вміє читати і писати, а той, хто не вміє вчитися, розучуватися і знову вчитися” [20].

Отже, об’єктивність розвитку сучасного світу зумовлює таке протиріччя – суспільство, з одного боку, висувало і буде надалі висувати нові вимоги до якісних показників різних освітніх рівнів своїх членів. З іншого боку, у членів суспільства будуть виникати все нові й нові потреби щодо освітньої бази свого особистісного розвитку і своєї відповідності вимогам суспільства. Розв’язання цього протиріччя лежить на шляху підвищення освітнього рівня членів суспільства, зумовлює необхідність адекватного розвитку системи освіти – підвищення доступності освіти, розширення спектру і поліпшення якості освітніх послуг, які вона надає.

2 Технології відкритої освіти як інструмент модернізації освітніх систем

Необхідність реагування на потреби людини, на суспільні виклики утверджує в суспільстві нову освітню парадигму, яка полягає у необхідності забезпечення рівного доступу до якісної освіти для всіх тих, хто повинен навчатися, хто має бажання, потребу навчатися впродовж життя і хто має для цього можливості. Отже, нова освітня парадигма стала реакцією системи освіти на виклики об’єктивних процесів розвитку суспільства і появу, в зв’язку з цим, нових потреб у тих, хто навчається (планує навчатися).

Вона відображає, “інтегрує в собі” попередньо наведені, буде гіпотетичний портрет освіти – відкритої освіти, в якій школа розглядається як система й освітній заклад становлення і розвитку вільної людини. Якраз відкрита освіта покликана реалізувати права людини на якісну освіту й вільне отримання знань на сучасному етапі розвитку суспільства. На основі цієї парадигми формується система сучасних цілей освіти, які передбачають відповідний розвиток педагогічних систем (передусім, осучаснення змісту освіти, впровадження нових педагогічних технологій, що мають застосовуватися у відкритому освітньому процесі), а також розвиток технологій управління відкритої освітою на всіх її організаційних рівнях.

Багато в чому реалізація нової освітньої парадигми в системі освіти України може бути забезпечена за рахунок поступового системного впровадження в її різні підсистеми принципів відкритої освіти. Це відповідає сучасним світовим тенденціям розвитку освітніх систем, забезпечує органічну інтеграцію національної системи освіти у світовий освітній простір.

Найбільш вагомим у такому підході є те, що він відкриває нові можливості для тих, хто навчається (планує навчатися). Головним проявом освітнього результату цього підходу є можливість не тільки більш адекватно і раціонально, гнучко і динамічно (ніж в традиційній системі освіти) забезпечити в системі освіти реалізацію індивідуальних потреб людини, сприяти гармонійному розвитку її особистості, але й гнучко у часі і у просторі підвищувати компетентності людини з різних напрямів освітньої підготовки та в різних життєвих ситуаціях як в особистих інтересах людини, так і в інтересах суспільства. Цей підхід дозволяє розширити горизонти і спектр засобів і технологій самоосвіти, самовизначення, самоствердження і самовдосконалення людини, надати їй можливість знайти своє місце в сучасному суспільстві, працевлаштуватись, забезпечити конкурентоздатність на ринку праці, тобто бути готовою до суспільно корисної діяльності. Він передбачає, що людина навчається вчитися, може і прагне вчитися сама впродовж життя.

Реалізація в Україні сучасної освітньої парадигми на базі принципів відкритої освіти можливе лише за умови глибокої інформатизації всіх ланок національної системи освіти. Причому, виходячи з сучасних провідних поглядів на розвиток освіти, що панують і утверджуються у суспільстві, а тому і головних цілей розвитку освіти, питання має ставитися таким чином: не просто інформатизація освіти, а інформатизація і парадигма рівного доступу до якісної освіти, де ключовими словами, вихідними є рівний доступ і якісна освіта. На яких засадах це має забезпечуватися?

Україна активно залучилася до світових тенденцій розвитку освіти, зокрема її інформатизації. Інформатизація освіти – це без перебільшення справжня революція в освіті, оскільки вона спрямована не просто на формування носія знань, а насамперед, творчої особистості, яка вміє застосовувати набуті знання і вміння, працювати з інформаційними ресурсами для успішної діяльності у будь-якій сфері суспільного життя, власне – для інноваційного розвитку суспільства [2].

Інформатизація освіти передбачає і каталізує загальні процеси розвитку суспільства і освіти [5]. При цьому суттєвих специфічних рис набувають основні складові систем навчання, виховання і освіти: зміст освіти, методи, засоби та технології навчання і виховання, організації освіти, головні освітні ресурси цих систем: інформаційні, матеріально-технічні та енергетичні. Докорінно змінюється роль і місце педагога та учня в освітньому процесі, що сприяє реалізації індивідуального підходу в навчанні. У такій моделі вчитель перестає бути просто “ретранслятором” знань, а є співтворцем сучасних, позбавлених повчальності й проповідництва, педагогічних технологій. Суттєвих змін потребують і набувають системи управління і законодавчо-правове й нормативне забезпечення процесу інформатизації освіти.

Отже, проникнення ІКТ у освітній процес створює передумови для кардинального оновлення як змістово-цільових, так і технологічних сторін навчання, що проявляється у суттєвому збагаченні системи дидактичних прийомів, засобів навчання і на цій основі формуванні нетрадиційних педагогічних технологій, заснованих на використанні комп’ютерів.

Визначимо, що *ІКТ навчання* – це комп’ютерно орієнтована складова педагогічної технології, яка відображає деяку формалізовану модель певного компоненту змісту навчання і методики його подання у освітньому процесі, яка представлена в цьому процесі педагогічними програмними засобами і яка передбачає використання комп’ютера, комп’ютерно орієнтованих засобів навчання і комп’ютерних комунікаційних мереж для розв’язування дидактичних завдань або їх фрагментів.

На основі поєднання традиційних педагогічних технологій та ІКТ навчання вдається значно ефективніше розвинути і примножити природні здібності людини. Використання цих технологій в процесі навчання створює додаткові умови і спричинює появу нових цілей та оновлення змісту освіти, дозволяє досягти якісно більш високих нових і додаткових результатів навчальної діяльності, забезпечити для кожного учня формування і розвиток його власної освітньої траєкторії. Це пов’язано з появою нових, практично необмежених педагогічних можливостей для індивідуалізації і диференціації освітнього процесу, його гнучкої адаптації до індивідуальних особливостей учня, застосуванням у цьому процесі додаткових інформаційних навчальних ресурсів, широкого спектру педагогічних методів і технологічних варіантів навчання, розширенням масштабу і змінами характеру навчальних комунікацій, посиленням процесуальних і мультимедійних характеристик можливостей засобів навчання, розширенням простору інноваційної педагогічної діяльності тощо. Проте ефективно впровадження у навчальну діяльність ІКТ не завжди забезпечується в межах традиційної класно-урочної системи організації освітнього процесу, а тому часто вимагає змін форм його організації.

Отже, інформатизація освіти суттєво впливає на зміст, методи та організаційні форми навчання й управління навчально-пізнавальною діяльністю, призводить до змін у діяльності учнів, вчителів, керівників закладів освіти та органів управління освітою і тому має охоплювати переважно всі напря-

ми і сфери їх діяльності. Тому інформатизація освіти передбачає широке та ефективне впровадження і застосування ІКТ при здійсненні освітньої, наукової та управлінської функцій, що притаманні освітній галузі.

Методологічним фундаментом інформатизація освіти виступає, по-перше, інформатика – наука про інформацію та закономірності інформаційних процесів в природі та суспільстві, методи та засоби ІКТ, за допомогою яких забезпечують організацію, одержання, опрацювання, зберігання, подання, передавання, копіювання інформації та управління інформаційними процесами, по-друге, ті розділи інших наук (в першу чергу, психолого-педагогічної науки і кібернетики), в яких досліджуються і розробляються комп'ютерно орієнтовані технології підтримки діяльності людини (педагогічної, наукової, виробничої, управлінської та ін.).

Назвемо деякі найбільш важливі інструменти систем відкритої освіти, що суттєво впливають на ефективність навчання у відкритих педагогічних системах, забезпечують формування і підтримку в актуальному стані мережних електронних інформаційних ресурсів відкритого навчального середовища, технологій проектування і застосування відкритих педагогічних систем.

По-перше – це технології електронного дистанційного (е-дистанційного) навчання [11], що підтримують в педагогічних системах електронні навчальні матеріали, а також синхронні та асинхронні екстериторіальні навчальні електронні комунікації (в тому числі засобами мобільного зв'язку). Ці технології сприяють реалізації в освітньому просторі єдиної науково-технічної та освітньої політики, базуються на принципах відкритої освіти, забезпечують формування і підтримку функціонування єдиного відкритого навчального середовища. Таке середовище створюється на основі єдиного концептуального підходу, який, зокрема, передбачає дотримання у цьому середовищі міжнародних і національних стандартів щодо процедур і протоколів електронної мережної взаємодії і що у ньому існують, підтримуються та пропонуються: створені закладами освіти і науковими установами інформаційні навчальні, наукові та освітньо-організаційні ресурси, які структуровані за наближеними моделями і які мають схоже комп'ютерне екранне відображення; інформаційні ресурси електронних бібліотек і спеціалізованих банків даних; уніфіковані засоби навігації в інформаційному просторі і пошуку в ньому необхідних відомостей, інші сервіси, що забезпечуються в комп'ютерних мережах. Переважно більшість цих вимог та інформаційних функцій забезпечують спеціальні освітні портали, використання яких завдяки системній змістовій інтеграції інформаційних ресурсів, уніфікації сервісів комп'ютерних мереж та інтерфейсів користувачів із свого боку забезпечують суттєве підвищення ефективності мережного навчання.

По-друге – це технології електронної підтримки віртуальної навчальної діяльності (наприклад, Web 2.0 [8]), що передбачають залучення до навчальної діяльності в Інтернет-просторі учнів, вчителів з сотен-тисяч шкіл усього світу при виконанні ними спільних міжнародних освітніх проектів із різних тем і дисциплін (забезпечують діяльність віртуальних навчально-наукових

спільнот). Під кожний проєкт формується своя гнучка Інтернет орієнтована мережа учасників проєкту (закладів освіти, окремих осіб), що бажають взяти в ньому участь. При виконанні навчальних завдань, реалізації спільних міжнародних навчальних проєктів учні не тільки набувають, поглиблюють свої знання в певній предметній галузі, спілкуються між собою, обмінюються навчальними відомостями, поглиблюють свої знання з іноземних мов, знайомляться з культурою інших народів, формують і розвивають свої уміння і навички застосовувати ІКТ, працювати в Інтернет-просторі, але й опановують основні підходи та сучасні інструменти проєктного підходу при розв'язуванні різноманітних завдань.

По-третє – це глобальні соціальні мережі навчального призначення, такі як глобальна мережа вчителів-новаторів, створена компанією Microsoft за проєктом Microsoft Innovative Educator Expert (<https://learn.microsoft.com/en-us/training/educator-center/programs/microsoft-educator/expert>), що підтримує діяльність віртуальних спільнот освітян з усього світу, які ініціативно об'єднують свої зусилля в напрямі осучаснення змісту навчання і педагогічних технологій, обміну передовим педагогічним досвідом, апробації новітніх засобів навчання, обговорення нагальних і перспективних питань розвитку освіти. За допомогою цієї мережі, за підтримки компанії Microsoft і сприяння МОН України та НАПН України, зокрема, проводяться конкурси “Вчитель-новатор”. Мета цих конкурсів полягає в опануванні освітянами сучасних ІКТ та підтримка роботи викладачів з підготовки конкурентоспроможної молоді до активної життєдіяльності в інформаційному суспільстві. Конкурси спрямовані на підвищення якості навчання учнів та студентів у галузі ІКТ, розвиток ініціативи педагогів та науковців в напрямі розробки та вдосконалення навчально-методичних матеріалів, надання практичної допомоги викладачам закладів загальної середньої, професійної, фахової передвищої та вищої освіти в оволодінні інноваційними методами навчання та забезпечення вільного доступу освітян до національних електронних освітніх ресурсів. Яскравим прикладом Інтернет-підтримки спільної роботи членів Інтернет-спільноти є проєкт Wikipedia – онлайн енциклопедії (<https://uk.wikipedia.org>), створеної зусиллями величезної віртуальної аудиторії зацікавлених користувачів, та “Українська електронна енциклопедія освіти”, що розробляється Інститутом цифровізації освіти НАПН України [16].

По-четверте – це науково-освітні інформаційні мережі [12], які, по суті, є автоматизованими інформаційними системами, що наповнені відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, забезпечують інформаційну підтримку освіти і науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспортування й опрацюванню інформаційних об'єктів. У зв'язку із розвитком засобів і технологій Інтернет, протоколів та техніко-технологічних інтерфейсів взаємодії в автоматизованих інформаційних системах різні науково-освітні інформаційні мережі інтегрують свої інформаційні ресурси і надають доступ до інтегрованих інформаційних ресурсів широкому колу користувачів практично по

всьому світі. Завдяки цьому, забезпечується як ретроактивний доступ до ресурсів науково-освітніх інформаційних мереж, так й інтерактивна (online) взаємодія їх користувачів у процесі виконання ними спільних проєктів, розв'язування єдиних навчальних завдань, взаємного інформування тощо. На рівні користувача електронні ресурси науково-освітніх інформаційних мереж пропонуються у структурованому за тією чи іншою тематикою, або за категорією користувачів та забезпечуються гнучкими і зручними засобами пошуку релевантних відомостей і навігації в електронних мережах.

По-п'яте – це технології автоматизації наукових психолого-педагогічних досліджень і розробок [9], зокрема технології підвищення ефективності проєктування та використання комп'ютерно орієнтованих систем навчального призначення. У сфері навчально-орієнтованих інформаційних технологій виник та швидкими темпами поширюється новий клас технологій – інформаційні технології навчальних об'єктів. Технологічним базисом навчальних об'єктів вважається застосування мобільних навчальних матеріалів, що в процесі навчання багаторазово використовуються. Їх зовнішнє подання відбувається за допомогою різних систем навчальних об'єктів, сферою застосування яких є сучасні комп'ютерно орієнтовані системи навчального призначення, у тому числі і дистанційні. Методологія навчальних об'єктів охоплює різні теорії, моделі і стратегії, пов'язані з відповідними технологічними системами – від простих систем доставляння матеріалів навчального призначення до національних інформаційних мереж, глобальних керованих навчальних середовищ, інфраструктур, кіберпросторів так званої “економіки навчальних об'єктів”.

По-шосте – це технології електронних бібліотек [18], що забезпечують локальний і мережний доступ до цифрових наукових і навчально-методичних ресурсів електронних бібліотек – електронних предметно-інформаційних ресурсів навчального середовища відкритих педагогічних систем, а також опрацювання цих ресурсів з метою підготовки, класифікації та якісного аналізу електронних документів і видань. Ці ресурси не тільки суттєво урізноманітнюють змістову складову методичних систем навчання, але й враховують специфіку реалізації освітнього процесу. Навчальний процес у відкритій освіті проходить у специфічних педагогічних системах, що мають бути зорієнтовані на посилення активної ролі учнів у забезпеченні власної освіти: у постановці освітніх цілей, прийнятті самостійних і відповідальних рішень щодо використання освітніх нововведень та інновацій, виборі домінуючих напрямів, форм і темпів навчання в різних освітніх сферах, місця навчання і закладу освіти та ін. На основі цих педагогічних систем учні мають навчитися навчатися. В цих системах повинна збільшуватися евристична складова освітнього процесу за рахунок застосування інтерактивних форм занять та мультимедійних засобів навчання, використання телекомунікаційних методів конструювання знань, набуття учнями досвіду електронного спілкування з усім світом. Важливу роль у формуванні і розвитку цих інструментів відкритої освіти мають відіграти електронні наукові фахові видання (наприклад, <https://journal.iitta.gov.ua/>, <https://acnsci.org/journal>), що забезпечу-

ють науково-методичну підтримку відкритої освіти, а також спеціалізовані портали та електронні банки даних з різних предметних галузей знань, що доступні в мережі Інтернет.

По-сьоме – це технології комунікацій близької зони (NFC – Near Field Communication [7]). За допомогою цих електронних технологій і спеціальних мобільних засобів з'являється можливість: розвантажити Інтернет від значної кількості відносно невеликих за обсягами локальних е-комунікацій, ідентифікувати членів електронних спільнот при їхніх е-комунікаціях в єдиному інформаційному просторі всеосяжного предметного призначення, індивідуалізувати засоби бездротових е-комунікацій (з одночасною можливістю доступу таких засобів до ресурсів і сервісів Інтернет).

По-восьме – це технології підтримки взаємозв'язку з мобільними Інтернет-пристроями (Mobile Internet Devices [14]). Використання учасниками освітнього процесу мобільних Інтернет-пристроїв дозволяє їм екстериторіально у просторі і незалежно у часі здійснювати доступ до електронних ресурсів комп'ютерних мереж рівного рівня і предметного спрямування у відкритому освітньому просторі глобальних і локальних електронні комунікації.

По-дев'яте – це технології автоматизації управління функціонуванням і розвитком систем освіти і закладів освіти (прогнозування, планування, облік і звітність, аналіз, підготовка управлінських рішень, документообіг та ін.), зокрема електронні технології підтримки ринкових механізмів господарювання і розвитку об'єктів освіти і науки [4].

По-десяте – це електронні технології управління проектами [22], що забезпечують підтримку автоматизованого управління проектами і програмами інноваційного розвитку різних технічних і соціально-економічних систем (в тому числі системи освіти та її складових). За допомогою цих комп'ютерно орієнтованих технологій, що органічно поєднують попередньо наведені, забезпечується принципова можливість управління створенням та удосконаленням складних систем в умовах значної параметричної і процесуальної невизначеності інноваційно-інвестиційних проектів, підвищується ефективність їх підготовки, розроблення і здійснення.

3 Основні етапи еволюції технологій інформаційно-комунікаційних мереж в освіті

Минуло майже 35 років з моменту появи фізичної появи World Wide Web. І хоча офіційним роком народження World Wide Web вважається 1989 рік, коли британський вчений Тімоті Джон Бернерс-Лі вперше опублікував свої ідеї і пропозиції щодо створення World Wide Web, все ж датою народження фізичного реалізованого World Wide Web вважається 17 травня 1991 року, коли з'явився перший Web-сервер. У зв'язку з цим Генеральна Асамблея ООН у 2006 році прийняла відповідну резолюцію і проголосила 17 травня Всесвітнім днем телекомунікацій та інформаційного суспільства [21].

Отже, бурхливий розвиток засобів і технологій Інтернет, їх широке, насправді планетарне використання (у 2022 році Інтернет-аудиторія досягла 5,3 млрд. осіб [6]) та впровадження у всі сфери діяльності людини і суспільства разюче змінили світ, у якому ми живемо. У загальнопланетарному масштабі сьогодні Інтернет виконує певні функції, які забезпечують пришвидшення загальних процесів світового суспільного розвитку. Забезпечення рівного і вільного доступу до Інтернет одного з невід'ємних прав людини проголошено з трибуни ООН завданням будь-яких держав, а відключення від Інтернет у будь-якому регіоні тепер може розцінюватись як порушення прав людини. У прийнятому ООН документі визнається право на вільне поширення відомостей [1]. Виключенням вважаються лише випадки, коли поширювані Інтернет-відомості порушують чийсь права (в тому числі, особливо засуджуються випадки кіберзлочинності [1, с. 14-15]).

В останнє десятиліття Всесвітня павутина стрімкими темпами впроваджувалася і в систему освіти, підтримуючи інформаційно-комунікаційні процеси її навчальної, наукової та управлінської діяльності, стаючи дійовим інструментом підвищення якості освіти. Поза всіх сумнівів, наші досягнення у справі інформатизації системи освіти України, зокрема здобутки шкільної інформатики, були б неможливі без використання тих можливостей, що надав нам Інтернет, що забезпечили його інформаційні ресурси і сервіси.

Проте слід завжди пам'ятати про те, що Інтернет є найпотужнішим засобом демократизації взаємозв'язків членів відкритого електронного співтовариства, забезпечення їх екстериторіальної віртуальної співпраці, середовищем, що надає свої інформаційні ресурси і сервіси всім без винятку своїм користувачам для практично не обмеженого спектру застосувань. Через це, в термінах ринкової економіки, Інтернет сприяє поглибленню конкурентних взаємовідношень суб'єктів користувацького електронного простору, виконує, таким чином, роль інформаційно-підтримувального та ринково-спрямовувального драйвер-чинника, ринкового ІКТ-каталізатора розвитку тих сфер діяльності, де ефективно застосовуються його ресурси і сервіси. Спектр цих ресурсів і сервісів практично щоденно зростає, а властивості – удосконалюються. За таких умов у конкурентній боротьбі наперед вийдуть ті ринкові гравці ІКТ-ринку, які зможуть максимально доцільно та ефективно використати властивості та переваги Інтернет, спрямувати їх на реалізацію завдань свого цільового призначення.

Безумовно те, як сьогодні розвивався Інтернет, як він впливав, впливає і впливатиме на характер інформатизації освіти і суспільства, які перспективні засоби і технології та організаційні механізми утворюють його, так би мовити, “користувальний портрет”, необхідно враховувати, щоб зрозуміти, як нові засоби і технології мають бути “вмонтованими” у сучасні освітні системи, яких змін, у зв'язку з цим, набуватиме система освіти, які дії необхідно вжити, аби бути готовими до цих неминучих змін.

Із часу створення перших ЕОМ до тепер (біля 80 років поспіль) властивості електронних обчислювальних комплексів, їх архітектура неперервно *еволюціонували* відповідно до здобутків науково-технічного прогресу і з ураху-

ванням потреб суспільства та індивідуальних потреб людини, що неперервно розвиваються. Глобалізація світових процесів соціально-економічного і науково-технічного розвитку, досягнення інформатичної теорії і практики зумовили такі темпи розвитку галузі інформаційно-комунікаційних технологій, що помітно випереджали темпи технологічного розвитку будь-яких галузей світової економіки. Інформатизація індивідуальної і суспільної діяльності набула всеосяжного характеру, впевнено формуючи технологічний фундамент інформаційного суспільства, його інформаційно-комунікаційний простір. Причому досягнення науково-технічного прогресу в ІКТ-сфері не тільки зумовили бурхливий розвиток самих засобів і технологій інформатики, але й самі ці засоби і технології стали потужним каталізатором науково-технічного прогресу, сприяли розвитку всіх без винятку сфер суспільного життя, зокрема науки і освіти, техніки і виробництва.

За невеликий в історичному вимірі час на зміну автономним ЕОМ прийшла ера мейнфреймів, віддалених робочих станцій користувачів, обчислювальних центрів колективного користування, а далі міні-ЕОМ і нарешті персональних комп'ютерів та різнорівневих клієнт-серверних архітектур, що дозволило значно підвищити продуктивність обчислювальних комплексів та ефективність їх використання на практиці.

Подальший еволюційно-поетапний розвиток теорії і практики інформатики і в цілому ІКТ-сфери проявлявся не тільки у постійному підвищенні процесуальних властивостей комп'ютерних засобів опрацювання і запам'ятовування даних (підвищенні рівня їх "інтелектуалізації", кількості рівнів і обсягів доступної дискової і напівпровідникової пам'яті, поліпшення мобільності та ін.), розвитку інформаційних ресурсів та спрощенні доступу до них (зокрема, розвитку інтерфейсів взаємозв'язку "людина – ЕОМ", наприклад, створення і широке впровадження багатовіконного інтерфейсу та засобів пошуку й навігації в інформаційних мережах), але й у підвищенні пропускну здатності, швидкодії каналів електронних комунікацій, масштабів і глибини територіально розгалужених комп'ютерних мереж електронних комунікацій (від локальних до глобальних), розвитку засобів введення різноманітних даних (включаючи комп'ютерно орієнтовані засоби зчитування та аналого-цифрового перетворення різних фізичних величин) і подання результатів їх ІКТ-опрацювання (монітори, мультимедійні дошки та екрани, електронні проектори). Зокрема, поява потужних засобів електронних комунікацій (передусім, високошвидкісних оптоволоконних каналів передавання даних і потужних комунікаційних процесорів) дозволило створити розгалужені інформаційно-комунікаційні комп'ютерні мережі, де, поряд з іншим, відтворювалися ідеї централізації і розподілення обчислювальних операцій та інформаційних ресурсів і сервісів.

Засоби і технології інформаційно-комунікаційних мереж, зокрема Інтернет, нині утворюють комп'ютерно-технологічну платформу навчального середовища сучасної освіти, передусім відкритої. На цій основі здійснюється предметно-технологічна організація інформаційного освітнього простору, упорядковуються процеси накопичення та зберігання різних предметних ко-

лекцій електронних освітніх ресурсів, забезпечується рівний доступ до них тих, хто навчається, суттєво покращується ІКТ-підтримка процесів навчання, проведення наукових досліджень та управління освітою. Це сприяє підвищенню якості освітніх послуг, інтеграції системи освіти України у світовий освітній простір.

Розвиток властивостей інформаційно-комунікаційних мереж у зазначених напрямках відбувається дотепер і, безумовно, відбуватиметься у можливо осяжній перспективі відповідно до останніх досягнень науково-технічного прогресу в ІКТ-сфері, розвитку методів, засобів і технологій системотехніки, побудованих на їх базі і за допомоги інтелектуальних комп'ютеризованих систем (наприклад, роботи, віртуальні комп'ютерні комплекси, експертні системи різного предметного призначення та ін.), що передбачають мережну організацію.

Всі ці здобутки науково-технічного прогресу утворили науково-технічний та організаційно-технологічний інноваційний фундамент прогресивного розвитку ІКТ-сфери в цілому і, поряд з розвитком ІКТ-потреб користувачів, зумовили появу й інформаційно-комунікаційних мереж, зокрема Інтернет, неперервне удосконалення вже існуючих їх засобів і технологій, появу їх принципово нових реалізацій, а також новітніх засобів і технологій з уперше народженим спектром системних і прикладних властивостей.

На основі здобутків науково-технічного прогресу в ІКТ-сфері провідні функціонально-технологічні характеристики інформаційно-комунікаційних мереж, у тому числі Інтернет, еволюційно змінюються, поступово поліпшуючи свої інформаційно-комунікаційні та операційно-процесуальні властивості, зберігаючи при цьому сумісність кожної наступної реалізації: від виключного транспортування інформаційних об'єктів – на першому, початковому етапі, до змістово наповнених мереж на другому, сервісних мереж на третьому, і, нарешті, адаптивних мереж на сучасному четвертому етапі.

Розвиток властивостей інформаційно-комунікаційних мереж зумовив адекватне удосконалення інформаційно-комунікаційної платформи системи освіти, передусім відкритої, появу необхідних умов та інформаційних змістово-технологічних інструментів практичної реалізації її основних і системних принципів.

Зокрема, в комп'ютерно орієнтованих системах навчання і освіти за допомогою засобів і технологій інформаційно-комунікаційних мереж першого покоління (*транспортні мережі*) в цілому відбувалося формування ринку ІКТ-транспортів, розвиток ІКТ-аутсорсинга, переважно забезпечувалося транспортування файлів даних і програм; використовувалися сервіси, що надавала електронна пошта, електронні дошки оголошень та ін.

На другому етапі (*змістово наповнені інформаційно-комунікаційні мережі*), поряд з розвитком ринків ІКТ-транспортів та ІКТ-аутсорсинга, формувався ринок "ІКТ-контенту" – поступово розвивались інформаційні ресурси інформаційно-комунікаційних мереж, їх змістове наповнення: мережні бази даних (файлів даних і програм) з різних предметних галузей; інформаційні ресурси численних мережних представництв (сайти і тема-

тичні портали) індивідуальних і колективних користувачів інформаційно-комунікаційних мереж; інформаційні ресурси соціальних мереж і спільнот; змістове наповнення систем е-дистанційного навчання, електронних бібліотек, науково-освітніх інформаційних мереж та ін. [3]

На третьому етапі (*сервісні інформаційно-комунікаційних мережі*), поряд з розвитком ринків ІКТ-транспорту, ІКТ-контенту та ІКТ-аутсорсингу, формувався ринок ІКТ-послуг (ІКТ-сервісів). Широкий спектр таких послуг за допомогою інформаційно-комунікаційних мереж пропонують навчальні заклади, наукові установи та ІКТ-компанії.

І, нарешті, неперервний розвиток функціонально-технологічних властивостей інформаційно-комунікаційних мереж на четвертому етапі їх еволюційно-поетапного розвитку, поряд з розвитком ринків ІКТ-транспорту, ІКТ-контенту, ІКТ-послуг та ІКТ-аутсорсингу, зумовив появу *адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж*, що забезпечують доступ користувачів до персоналізованої ІКТ-інфраструктури.

4 Технології хмарних обчислень та ІКТ аутсорсинг в організації освітніх систем

Будова і функції адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж концентровано відображають концепцію опрацювання електронних даних на основі інформаційних технологій хмарних обчислень (хмарних технологій [13]). Слово і термін “хмара” у словосполученні “хмарні технології” використовується як метафора, що базується на типовому зображенні Інтернет на схемах комп’ютерних мереж, або на образі деякої “чорної скриньки”, в якій приховані усі (техніко-технологічні та організаційно-функціональні) деталі та особливості будови та функціонування насправді дуже складної комп’ютерної інфраструктури.

Національний інститут стандартів і технологій США визначає хмарні обчислення як модель надання, за необхідності, повсюдного та зручного мережного доступу до спільно використовуваних налаштовуваних обчислювальних ресурсів, які можуть бути швидко надані та вивільнені з мінімальними зусиллями з управління або із взаємодії з постачальником послуг (сервіс-провайдером) [15, с. 2].

Тобто хмарні технології є технологіями мережного розподіленого опрацювання даних, за якими інформаційні ресурси і комп’ютерні потужності гнучко налаштовуються на інформаційно-ресурсні та комп’ютерно-процесуальні потреби користувачів і надаються за їх запитом як Інтернет-послуги. Таким чином, сутність концепції хмарних технологій полягає у наданні кінцевим користувачам динамічного доступу до послуг, обчислювальних та інших ресурсів (включаючи операційні системи та ІКТ-інфраструктуру) через Інтернет. Ця концепція суттєво змінює традиційні підходи щодо доставлення, управління та інтеграції програм, створює умови для управління більш крупними ІКТ-інфраструктурами, спрямована на обслуговування різних груп користувачів в межах однієї хмари, надає користувачам можли-

вість утворювати і використовувати безліч індивідуальних і колективних незалежних між собою хмар в межах загального хмарного простору.

Проте використання цих технологій передбачає певну залежність користувачів від постачальників хмарних послуг, вимагає, в зв'язку з цим, чіткого регулювання в межах чинного правового поля ділових, предметно спрямованих та економічно обґрунтованих відносин між ними.

За цією концепцією завдяки спеціальному інтерфейсу користувача, що підтримується відповідними системними програмними засобами мережного налаштування, в адаптивних інформаційно-комунікаційних мережах формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти – віртуальні мережні майданчики, як ситуаційна складова логічної мережної інфраструктури із тимчасовою відкритою гнучкою інфраструктурою, що за своєю будовою і часом існування відповідає персоніфікованим потребам користувача (індивідуальним або груповим та колективним), а її формування і використання підтримується хмарними технологіями. Іншими словами, завдяки спеціальним системним технологіям хмарного налаштування (технологіям налаштування віртуальної мережної інфраструктури, віртуальних мережних майданчиків) змістово і територіально розподілені в Інтернет-просторі інформаційні ресурси, послуги та комп'ютерні потужності віртуально “збираються”, утворюючи віртуальну мережну платформу (Network Platform) для подальшого цільового використання відповідно до індивідуальних або групових (колективних) потреб користувачів. Тобто можна сказати, що хмарні технології – це інформаційні технології підтримання віртуальних мережних майданчиків: структурних елементів адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж.

Узагальнено можна констатувати, що характерними ознаками існування, формування і використання віртуальних мережних майданчиків є: за характером персоналізації мережних ресурсів та мережної інфраструктури – *персоніфіковані*: індивідуальні (private) і групові, колективні (public); за характером фізичної існування і доступу – *віртуальні*; за характером використання наявних засобів і технологій загальної мережної інфраструктури – *колективного використання*; за характером формування мережної інфраструктури – *з відкритою гнучкою інфраструктурою*, що автоматизовано налаштовується за запитом і до потреб конкретного користувача.

Підтримку технологій хмарної інфраструктури та надання користувачам відповідних послуг на умовах аутсорсингу (SaaS – програмне забезпечення як послуга; PaaS – платформа як послуга; DaaS – дані як послуга; IaaS – апаратне забезпечення як послуга; IaaS – інфраструктура як послуга; WaaS – робоче місце як послуга; XaaS – все як послуга) здійснюють компанії ІКТ-бізнесу, що спираються на розгорнуту і розгалужену по всьому світі мережу дата-центрів (центрів опрацювання даних) з надвеликими процесорними, комунікаційними і зберігальними потужностями. При цьому загальним для користувачів хмарної інфраструктури є впевненість у тому, що ІКТ-потужності і послуги адаптивних інформаційно-комунікаційних ме-

реж будуть їм безумовно надані та зможуть задовольнити їх різноманітні потреби в опрацюванні даних.

Розподілену завдяки Інтернет по всьому світі хмарну інфраструктуру можна розглядати як деяку ІКТ-систему, що за своїми процесуальними властивостями дещо нагадує надпотужний велетенський мейнфрейм, а за характером організації взаємозв'язку користувачів із його засобами та технологіями – організацію функціонування обчислювальних центрів колективного користування, що діяли в СРСР у 60-80 роки минулого століття. Проте науково-технічний рівень і якість надання ІКТ-послуг, реалізація і підтримування в актуальному і працездатному стані придбаних користувачем на умовах аутсорсингу ІКТ-продуктів здійснюється “хмарним мейнфреймом” на рівні, що відповідає сучасному стану соціально-економічного і науково-технічного розвитку суспільства.

Використання хмарної інфраструктури по всьому світі забезпечують компанії (Cloud Services Providers), у складі яких створені і функціонують надпотужні дата-центри. Хмарні послуги пропонують також (в тому числі деякі – на безкоштовній основі) такі відомі компанії як Amazon, Google, Microsoft та ін. У цьому ж напрямі, зберігаючи проте свою корпоративну самобутність, працює й компанія Apple.

Окрім підприємств ІКТ-бізнесу, ІКТ-продукти (особливо на етапі формування загальної ідеї, концепції, проведенні пошукових досліджень і експериментальної перевірки) створюються та створюватимуться і в наукових установах, університетах самої галузі освіти, як можливих науково-проектних складових ІКТ-індустрії. Проте стан практичного виробничо-технологічного відпрацювання таких ІКТ-продуктів переважно не дозволяє безпосередньо перейти до їх промислового випуску, широкомасштабного тиражування та неперервного і безперебійного обслуговування після впровадження. Тому доцільно вважати, що переважна частина ІКТ-продуктів створюється, реалізується і підтримується та має створюватися, реалізовуватися і підтримуватися ІКТ-бізнесом.

За своєю ринковою сутністю перспективна організація процесу створення і реалізації продуктів ІКТ-бізнесу, що побудовані на основі хмарних рішень, певним чином відповідає характеру функціонування віртуального супермаркету ІКТ-послуг як необхідної складової ІКТ-ринку. Спектр цих ІКТ-продуктів створюється переважно ІКТ-бізнесом на підставі вивчення інформаційних ресурсно-процесуальних поточних і перспективних потреб потенційних користувачів та з урахування останніх досягнень в ІКТ-сфері, а їх попит задовольняється за допомогою ринкових механізмів аутсорсингу.

При цьому користувач (покупець, замовник) може отримати (придбати) продукти і послуги, що пропонує цей віртуальний ІКТ-супермаркет відповідно до власних потреб (індивідуальних або групових, колективних, корпоративних) і сплатити при цьому тільки за те, що він придбав (е-транспорт, е-зберігання, е-послуги, віртуальні е-засоби, загальносистемні та предметні програми, платформи віртуальних мережних майданчиків та ін. – весь спектр послуг хмарних технологій, а також послуги з проектування і впро-

вадження ІКТ-систем та їх фрагментів на замовлення користувачів, їх гарантійне і післягарантійне обслуговування, підтримування, модернізацію й удосконалення та ін.) і тільки за фактичний час використання придбаного продукту (нагадує розрахунки за показниками лічильників енергетичних ресурсів). Це дозволяє користувачеві уникнути необхідності регулярного оновлення та модернізації потужних загальносистемних програмно-апаратних засобів власних ІКТ-систем, не створювати потенційний надлишок ІКТ-продуктів, що використовується ним час від часу, фрагментарно, не у повному обсязі, а також запчастин до них, не формувати функціонально та економічно невиправданого їх резерву, пом'якшити вимоги до засобів і технологій інформаційної безпеки власних ІКТ-систем, зменшити чисельність власних ІКТ-служб, а також вимоги до професійної компетентності їх працівників і, як результат, помітно зменшити загальні витрати на підтримку функціонування і розвитку власних ІКТ-систем, підвищити їх “соціально-економічну віддачу”, так би мовити, їх “коефіцієнт корисної дії”.

У попередні роки аутсорсинг у вітчизняній ІКТ-сфері, особливо в системі освіти, був розвинений недостатньо. Значна кількість ІКТ-продуктів (баз даних і програм) розроблялися і підтримувалися переважно їх розробниками власними силами, самотужки. Це призводило до відносно низької якості і надійності самостворених ІКТ-продуктів та ІКТ-систем (порівняно з тими, що створювалися спеціалізованими компаніями, пропонувалися і підтримувалися на відкритому ринку ІКТ-продуктів), а відсутність необхідних ресурсів на їх модернізацію та оновлення (в тому числі достатньої і стабільної кількості ІКТ-фахівців, передусім, через недостатній рівень оплати їхньої праці) – зумовлювало подальше зниження якісних показників функціонуючих ІКТ-систем, економічної ефективності їх підтримування і розвитку. В цьому контексті доцільне використання ІКТ-аутсорсингу в процесі інформатизації освіти на базі хмарної концепції є дуже важливим, навіть можна сказати доленосним питанням щодо реалістичності широкого впровадження хмарного підходу у широку освітню практику. Використання ІКТ-аутсорсингу не є даниною моді, а скоріше є необхідністю з точки зору забезпечення високої якості ІКТ-послуг, тому й якості освіти, що надається в умовах посиленої конкуренції на ринку освітніх послуг.

Дуже важливо при цьому забезпечити раціональне поєднання, інтеграцію зусиль закладів освіти і наукових установ (користувачів ІКТ-послуг) і компаній-аутсорсерів (їх постачальників) щодо підвищення ефективності процесу інформатизації навчальної, наукової та управлінської діяльності. ІКТ-аутсорсинг має бути органічно вбудованим у загальну організаційно-функціональну будову ІКТ-сфери, зокрема у процесі інформатизації освіти.

Саме при одночасному системному застосуванні хмарних технологій та ІКТ-аутсорсингу за рахунок доцільного врахування та інтегрованого використання технологічної специфіки функціонування хмарної інфраструктури та організаційної специфіки реалізації взаємодії “користувач – постачальник ІКТ-послуг” у переважній більшості практичних ІКТ-реалізацій проявляю-

ться не тільки окремі властивості, що притаманні кожному окремому підходу, але й завдяки синергізму посилюється позитивний вплив кожного з них на підвищення загальної – у тому числі й економічної – ефективності створення і підтримування ІКТ-систем. Система освіти таким чином набуває нових якісних властивостей, що інтегровано виражаються через створення сучасних організаційно-технологічних умов діяльності всіх учасників освітнього процесу, підвищенні якості надання освітніх послуг. Цю виключно перспективну перевагу слід обов'язково використати при організації подальшого розвитку інформатизації освіти України.

Відповідно до хмарного підходу адекватно змінюються й ІКТ-засоби. На світовому ринку ІКТ-засобів взаємозв'язку “користувач – інформаційно-комунікаційна мережа” вже сьогодні набули помітного поширення ІКТ-засоби нового покоління, що своїми властивостями відображають особливості будови, функцій і параметри нової мережної хмарної ІКТ-інфраструктури (Інтернет-планшети, смартфони, мультимедійні дошки з Інтернет-доступом та ін.).

Поряд із зменшенням вимог щодо процесуальних властивостей таких засобів (швидкодії і кількості процесорів в одному пристрої, обсягів доступної пам'яті та ін.) на перший план вийшла така їх властивість, як *мобільність* [19].

Основні переваги мобільного типу доступу до інформаційних ресурсів і послуг Інтернет, порівняно із стаціонарним, полягають у: незалежності в часі, в тому числі своєчасності реалізації доступу, що є дуже важливим у застосуваннях, критичних у часі, або таких, які дозволяють не встановлювати конкретного часу здійснення сеансу доступу; екстериторіальності реалізації доступу, що є дуже важливим для користувачів, які бажають, мають потребу отримувати доступ, територіально знаходячись у будь-якому місці.

Зважаючи на це, певними компаніями ІКТ-індустрії були створені і через відносно незначний час з'явилися на ІКТ-ринку мобільні Інтернет-пристрої. Поява цих ІКТ-засобів, їх використання широким колом користувачів можна визнати як певний технологічний прорив у розвитку ІКТ-інфраструктури.

Передумову широкого використання мобільних Інтернет-пристроїв визначили, принаймні, п'ять основних чинники: по-перше, наявність величезних обсягів даних у електронному вигляді, що понад 20 років формували, накопичували і зберігали деякі компанії ІКТ-сфери, витративши на це великі кошти, потреба широкомасштабного виходу цього інформаційного ресурсу на ринок ІКТ-контенту, забезпечення на цій основі як повернення попередніх капіталовкладень, так і подальшого отримання прибутку; по-друге, потреба значної кількості користувачів ІКТ-контенту у постійному цілодобовому, практично миттєвому доступі до мережних інформаційних ресурсів, виконанні в реальному часі певних, передусім інформаційно-пошукових мережних операцій у будь-який час, з будь-якого місця, без проблем і збоїв; по-третє, досягнення виробниками достатньої “зрілості” мобільних Інтернет-пристроїв, під якою розуміють їх властивість підтримувати

програми незалежно від конкретної моделі пристрою чи версії використаної операційної системи, по-четверте, попереднє масове поширення таких мобільних Інтернет-пристроїв, як смартфони, досягнення значної їх популярності у середовищі користувачів, широке розповсюдження за їх допомогою і на комерційній основі величезного спектру мобільних програмних засобів; по-п'яте, поява високоефективного і багатофункціонального інтерфейсу користувача, що підвищило функціональність і зручність використання мобільних Інтернет-пристроїв, практично усунуло потребу спеціального попереднього навчання користувачів; по-шесте, поява можливості доступу за допомогою одного пристрою до різних мережних інформаційних джерел, різнопредметних баз цифрових даних, які формуються і підтримуються різними компаніями, що дозволило поглибити спеціалізацію і зменшити обсяги певних баз даних, знизити сукупні витрати окремих компаній на їх централизоване оновлення і підтримку в актуальному ставні, створило умови для самоформування власних колекцій інформаційних ресурсів, електронних бібліотек, власне відкрило шлях для інформаційно-ресурсного самозабезпечення користувачів.

Порівняно з засобами доступу попередніх реалізацій, для мобільних Інтернет-пристроїв характерними є: суттєве покращення масогабаритних властивостей та зменшення електроспоживання; наявність планшетного (кишенькового) високоергономічного конструктиву; тривалий час автономного енергозабезпечення; швидкий, зручний і безпечний мультисервісний сенсорний екран з гіроскопічною функцією і високою роздільною здатністю; увесь спектр засобів і протоколів під'єднання до інших комп'ютерних засобів (включаючи аудіо- і відео-засоби та засоби друку), інформаційно-комунікаційних (Інтернет) і мобільних мереж; гнучке і періодично оновлюване мережними засобами програмне забезпечення з широким функціональним спектром. При цьому залишається можливість використання у хмарній інфраструктурі традиційних комп'ютерних засобів, таких як стаціонарні комп'ютери, ноутбуки та комп'ютерні мережні комплекси й інші комп'ютерно орієнтовані засоби і системи на їх основі.

Таким чином, загальна оптимізація ІКТ-інфраструктури (за критерієм мінімізації витрат на опрацювання даних), підвищення ефективності комп'ютерно орієнтованих процесів досягається як за рахунок використання віртуальних серверів, робочих станцій, систем зберігання даних та програмних додатків, високошвидкісних каналів передавання даних, так і за рахунок активного і багатофункціонального застосування користувачами широкого спектру сучасних мобільних Інтернет-пристроїв.

Засоби і технології відкритого освітнього середовища забезпечують інформаційно-комунікаційну підтримку всіх категорій учасників освітнього процесу: учнів, студентів, слухачів; учителів, викладачів; батьків тих, хто навчається; керівників і організаторів освітнього процесу; керівників органів управління освітою і наукою всіх рівнів. Таким чином, ІКТ-підтримка освітнього процесу здійснюватиметься в інтересах кожної сторони, зацікавленої в сучасній освіті.

У свою чергу, хмарна інфраструктура на засадах аутсорсингу забезпечить формування, підтримання та мережний доступ різних категорій санкціонованих користувачів до ІКТ-засобів за широким спектром предметних застосувань (наприклад, за предметами програми середньої загальноосвітньої школи) до практично не обмежених за обсягом, проте педагогічно важених, освітніх та наукових електронних ресурсів. Фонд технологій проєктної хмари створить нові можливості користувачів у формуванні та використанні персональних електронних бібліотек; веденні та доступності персональних архівів електронних даних; захисті персоніфікованих відомостей і загальносистемних баз даних; автоматизованому збиранні та санкціонованому доступі до масивів статистичних і аналітичних матеріалів, що відображають характер функціонування всієї хмарної інфраструктури.

5 Стратегічні напрями інформатизації освіти України на засадах використання технології хмарних обчислень

Спочатку слід нагадати, що розуміється під інформатизацією, і вже на цій основі визначати стратегію її розвитку. *Інформатизація освіти* – це сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб (інших потреб, що пов'язані із впровадженням методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій) учасників освітнього процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує (в тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток). Процес інформатизації освіти передбачає реалізацію комплексу системних заходів, спрямованих на забезпечення використання суб'єктами системи освіти вірогідного, вичерпного і своєчасного знання при здійсненні ними усіх видів діяльності. Цей процес пов'язується із широким впровадженням в систему освіти методів і засобів ІКТ, створенням на цій основі комп'ютерно орієнтованого інформаційно-комунікаційного середовища, з наповненням цього середовища електронними науковими, освітніми та управлінськими інформаційними ресурсами, з наданням можливостей суб'єктам освітнього процесу здійснювати доступ до ресурсів середовища, використовувати його засоби і сервіси при розв'язуванні різних завдань. Інформатизація освіти є більш широким поняттям, ніж комп'ютеризація освіти, а процес інформатизації освіти включає процес її комп'ютеризації.

Тому стратегія подальшої інформатизації освіти України має враховувати всі ці аспекти. Проте, дійсно, можна виокремити деякі магістральні напрями стратегічного розвитку інформатизації освіти, навколо яких мають формуватися інші, хоча і не менш важливі.

Передусім, ця стратегія має підпорядковуватися вищенаведеним провідним освітнім парадигмам, відображати спрямованість на використання в освіті останніх досягнень в ІКТ-сфері, а її реалізація – створити умови

для забезпечення конкурентоспроможності системи освіти України, її поступової інтеграції до Європейського і світового освітнього простору. Дуже важливо усвідомити, що проектуючи і реалізуючи цю стратегію, нам не вдасться обмежитись лише організаційними заходами (як здається декому): слід зробити рішучі кроки в напрямі модернізації цільових і змістово-технологічних аспектів освіти, що базуються на широкому застосуванні ІКТ, передусім дослідити і впровадити хмарний підхід.

Отже, сучасна стратегія інформатизації системи освіти України має формуватися на двох магістральних шляхах розвитку: першому, інформаційно-технологічному, що передбачає поступове осучаснення технологічної платформи інформатизації на базі хмарної концепції, і другому, організаційно-функціональному, що передбачає оптимізацію розподілу функцій, що виконують ІКТ-служби закладів освіти і наукових установ та відповідні підрозділи компаній-аутсорсерів. Слід всебічно відпрацювати механізми взаємозв'язків між цими учасниками ІКТ-ринку, розгорнути співпрацю на довгострокових засадах і довгостроковій основі.

Подальша інформатизація освіти за таким інтегрованим підходом, зокрема, відкриває реальні шляхи поглиблення інформатизації, поліпшення педагогічної результативності впровадження ІКТ та інформаційних ресурсів в освітню практику закладів освіти, розташованих у сільській місцевості, де головною проблемою є і буде надалі залишатися протиріччя між об'єктивною потребою неперервного підвищення "потужності" програмно-апаратних засобів навчальних комп'ютерних комплексів, що використовують у освітньому процесі, і нестачею у якісному і кількісному вимірах персоналу, який здатний на належному рівні підтримувати, адмініструвати і розвивати власні ІКТ-системи.

Можна впевнено стверджувати, що основна стратегія подальшої масштабної інформатизації освіти і науки має базуватися на концепції хмарних технологій із суттєвим поглибленням інтеграції галузевих зусиль у цьому напрямі з можливостями ІКТ-бізнесу на основі застосування механізмів аутсорсингу. При цьому як поточні та перспективні інвестиції в розвиток ІКТ-інфраструктури, так і всі наявні ІКТ-системи й окремі ІКТ-рішення мають бути проаналізовані з погляду можливості застосування хмарних технологій як альтернативи.

З цією метою відповідного розвитку має набути законодавчо-правове та нормативно-інструктивне забезпечення інформатизації освіти і науки. Водночас слід розгорнути психолого-педагогічні дослідження, результати яких утворять необхідний фундамент сучасного етапу інформатизації освіти на засадах концепції хмарних технологій. Ці результати стануть методологічною основою практичних науково-методичних розробок, запорукою успішного педагогічно обґрунтованого процесу впровадження засобів і хмарних технологій у широку освітню практику.

Наукового дослідження потребують насамперед:

- фундаментальні і прикладні проблеми педагогічної інформатики, що передбачають використання хмарних технологій, у тому числі вивчення

- особливостей: застосування хмарних технологій в освітньому процесі; проектування хмаро орієнтованого навчального середовища; створення комп'ютерно орієнтованої платформи систем відкритої освіти, дистанційних систем навчання та дистанційного тестування; автоматизованих бібліотечних систем, що використовують хмарну інфраструктуру;
- інженерно-педагогічні характеристики ІКТ-засобів та інших комп'ютерно орієнтованих засобів навчання, що орієнтовані на застосування у хмарній інфраструктурі;
 - методики педагогічного удосконалення навчальних планів і програм при використанні хмарних технологій;
 - методики відповідної підготовки і перепідготовки вчительських, викладацьких і керівних кадрів освіти.

За цих умов у найближчі три-п'ять років можна очікувати таких результатів:

- удосконалення освітніх та освітньо-професійних стандартів з урахуванням новітніх здобутків у галузі інформатики та психолого-педагогічної науки і практики (передусім ті, що пов'язані з використанням в освіті хмарних технологій), приведення їх у відповідність до вимог часу, перспектив розвитку людини та суспільства;
- покращення методичних систем навчання, насамперед змісту інформаційної освіти та комп'ютерно орієнтованих педагогічних технологій із застосуванням педагогічно апробованих мультимедійних аудіо- і відео-інформаційних навчальних об'єктів, інших електронних освітніх та наукових ресурсів, підвищення на цій основі рівня ІКТ-компетентностей учнів і студентів, учителів і викладачів, керівників закладів освіти, наукових установ та працівників органів управління освітою і наукою;
- суттєвий розвиток засобів і технологій комп'ютерно орієнтованого навчального середовища, наближення його характеристик до сучасних вимог відкритих систем освіти;
- підвищення мобільності навчання за одночасного спрощення вимог до процесуальних властивостей персональних ІКТ-засобів учасників освітнього процесу, зменшення їх одиничної вартості;
- підвищення якості проектування та супроводу загальносистемних програмно-апаратних засобів, надійності надання послуг та взаємодії з їх провайдерами через типізацію ІКТ-продуктів, використання інтегрованих ІКТ-рішень, застосування договірних механізмів аутсорсингу при взаємодії “користувач – постачальник послуг”;
- широкомасштабне впровадження в освітню практику перспективних функцій ІКТ-систем закладів освіти і наукових установ, що набули сьогодні лише епізодичного застосування (наприклад, IP-спостереження і контролю; доступ батьків, громадськості та органів управління до результатів навчання; формування та підтримання фондів освітніх і наукових ресурсів, включно з фондом їхніх еталонів; моніторинг процесу інформатизації тощо);

- практичне унеможливлення використання неліцензованого програмного забезпечення, перехід до широкого застосування в освітній практиці доступних ІКТ-стандартів і програмних засобів з відкритим кодом;
- удосконалення функцій ІКТ-підрозділів закладів освіти і наукових установ, оптимізація їх штатної та організаційної структури за одночасного спрощення професійних вимог до певних категорій працівників цих служб та зменшення видатків на їх утримання через усунення потреби підтримання в закладах освіти і наукових установах власної потужної ІКТ-інфраструктури, натомість використання необхідних ІКТ-продуктів та ресурсів хмарної платформи виключно впродовж потрібного часу;
- зменшення витрат на модернізацію та оновлення, обслуговування і підтримання в працездатному стані ІКТ-систем закладів освіти і наукових установ та органів управління освітою;
- скорочення витрат на реалізацію заходів з інформаційної безпеки [17];
- збільшення в загальному фонді закладів освіти і наукових установ частки фонду навчальних та наукових приміщень через часткове вивільнення виробничих площ, що використовуються для розташування значних комп'ютерних потужностей та громіздких ІКТ-підрозділів;
- зменшення строків впровадження, модернізації, глибокого і масштабного оновлення, осучаснення засобів і технологій інформатизації освіти;

Подальший розвиток інформатизації освіти на засадах концепції хмарних технологій створить умови для поступового формування в Україні ІКТ-середовища на основі найсучасніших технологій – NBIC technologies (конвергенція нано-, біо-, інформаційних і когнітивних технологій), технологій насправді недалекого майбутнього, що відображають і забезпечують становлення шостого технологічного укладу світового суспільного розвитку. Проте основними методологічними засадами педагогічно доцільного впровадження цих підходів і технологій в процесі подальшого розвитку інформатизації освіти мають залишатися ідеї людиноцентризму, парадигма рівного доступу до якісної освіти, принципи відкритої освіти.

Аналіз передового закордонного досвіду свідчить про те, що вже тепер за хмарним підходом та залученням компаній-аутсорсерів розвивається ІКТ-засоби, ІКТ-інфраструктура та ІКТ-практика у держсекторі, освіті і науці в провідних країнах світу (США, Великобританія, Японія), реалізуються відповідні проекти і програми, що охоплюють практично всі сфери ІКТ-застосувань (країни Євросоюзу, Канада).

Для забезпечення соціально-економічної ефективності і конкурентоспроможності економіки України, успішної інтеграції країни до лав розвинутих країн Європи і світу ці підходи слід використовувати у процесі інформатизації всіх без винятку соціально-економічних підсистем українського суспільства, передусім в освіті, де, зокрема, ідеї і технології хмарних обчислень мають стати предметом вивчення, засобами навчання, а також ІКТ-засобами підтримки наукових досліджень та управління освітнім процесом і системою освіти на всіх її організаційних рівнях.

На цій основі має формуватися і осучаснюватися система перспективних цілей інформатизації освіти, які, зокрема, повинні передбачати поступове і

неперервне удосконалення будови галузевих інформаційно-комунікаційних мереж різного рівня і призначення та їх частин, ІКТ-навчання та ІКТ-управління, що використовуються в системі освіти. На цій базі і з урахуванням цих змін відбуватиметься необхідний розвиток педагогічних систем (відповідне осучаснення змісту освіти, впровадження нових комп'ютерно орієнтованих педагогічних технологій, що спираються на принципи відкритої освіти), кваліфікаційної структури (за міжнародною рамкою кваліфікацій) і стандартів загальноосвітньої і професійної підготовки, а також удосконалення мережі закладів освіти різних типів й рівнів акредитації і технологій управління цими закладами та системою освіти в цілому на всіх її організаційних рівнях.

Це удосконалення має органічно інтегруватися та адаптивно здійснюватися в межах загальних процесів розвитку всієї системи освіти, всього суспільства і держави, відповідати їх цілям та враховувати наявні обмеження. Засоби вдосконалення, заходи щодо розвитку системи освіти, що обрані для цього, мають бути науково обґрунтованими та виваженими з педагогічної, науково-технологічної і соціально-економічної точок зору, а тому доцільними і перспективними для впровадження.

Такий підхід дозволить створити надійний фундамент формування сучасної високоморальної і високоосвіченої людини, у тому числі професійного потенціалу України – найважливішої складової продуктивних сил країни, найзначущого ресурсу забезпечення інноваційного розвитку суспільства, конкурентоспроможності продукції вітчизняних виробників на світових ринках. Це один з ефективних шляхів забезпечення загальнокультурного розвитку України, як сучасної європейської країни, привабливості її економіки для інвесторів, для сучасного і майбутніх поколінь передового прошарку молоді, яка бажає достойно жити, якісно працювати та бачити перспективи свого загальноосвітнього і професійного зростання.

Але все це буде можливим і реальним лише у разі комплексного виконання п'яťох обов'язкових умов: усвідомлення суспільством, його владними структурами нагальної необхідності пріоритетного розвитку ІКТ-сфери, зокрема, потреби створення національної ІКТ-індустрії, забезпечення практичної спрямованості і наполегливості при реалізації заходів, що плануються і здійснюються передусім в системі освіти; розгортання наукових досліджень і здійснення відповідних науково-методичних розробок з вище зазначеної тематики, розвитку за їх результатами змісту і педагогічних технологій, науково-методичного забезпечення процесу навчання; осучаснення на цій основі відповідної підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації вчительських, викладацьких і керівних кадрів освіти, широкого впровадження науково-методичних результатів в широку освітню практику; законодавчо-правового та інструктивно-нормативно забезпечення інформатизації освіти; належного за обсягами і регулярного й ритмічного в часі фінансування робіт з інформатизації закладів освіти і наукових установ, передбачення у їх бюджетах виділених статей витрат на підтриму-

вання і розвиток власних ІКТ-систем, зокрема на забезпечення діяльності ІКТ-фахівців, а там, де це є необхідними, – спеціалізованих ІКТ-підрозділів.

Сучасне розуміння основних ідей хмарної парадигми будує прообраз (перше наближення, гіпотетичну модель) провідних технологій, базового середовища діяльності в майбутньому суспільстві знань (знанневому суспільстві). В свою чергу, практичні кроки, які здійснюються сьогодні в світі в напрямі реалізації хмарного підходу, широкомасштабні хмарні проекти, що розробляються і втілюються у практику, розвивають цей підхід, закладають основи його перспективної успішної реалізації.

Насамкінець слід підкреслити, що хмарні технології безумовно відносяться до високих ІКТ. Їх поява і сьогодні вже певне масштабне впровадження є результатом концентрації здобутків кращих інтелектуальних сил сучасності, творчих зусиль передових інженерних і підприємницьких кадрів світу. Запропоновані технологічні та організаційні рішення спрямовані на розв'язання важливіших проблем сучасного суспільства, забезпечують умови його подальшого прогресивного розвитку. Це визначне науково-технічне досягнення, по суті, є певною революцією в ІКТ-сфері. Його планетарне практичне застосування незаперечно надасть нового поштовху науково-технічному прогресу в цілому, розвине технологічну платформу інформаційного суспільства, неухильно наближаючи людство до майбутнього, але насправді недалекого суспільства знань.

References

- [1] Report of the Special Rapporteur on the promotion and protection of the right to freedom of opinion and expression, Frank La Rue (May 2011), URL https://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/17session/A.HRC.17.27_en.pdf, United Nations General Assembly, Human Rights Council, Seventeenth session, Agenda item 3: Promotion and protection of all human rights, civil, political, economic, social and cultural rights, including the right to development. A/HRC/17/27
- [2] Bykov, V.U.: Innovatsiyni rozvytok suspilstva i suchasni merezhni tekhnolohii system vidkrytoi osvity [Innovative development of company and modern network technologies of systems of the opened education]. *Problemy ta perspektyvy formuvannya natsionalnoi humanitarnotekhnichnoi elity* **23-24**(27-28), 25-50 (2010), URL <http://library.kpi.kharkov.ua/files/JUR/28.pdf>
- [3] Bykov, V.Y.: Technologies of cloud computing, ICT-outsourcing and new functions of ICT-departments of educational and scientific institutions. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)* (10), 008-023 (May 2012), URL <http://ite.kspu.edu/index.php/ite/article/view/410>
- [4] Derba, T.O.: Review of modern tools of information and communication technologies in the management of secondary education. *Information Technologies and Learning Tools* **8**(4) (Aug 2010), <https://doi.org/10.33407/itlt.v8i4.100>

- [5] Fedorenko, E.H., Velychko, V.Y., Stopkin, A.V., Chorna, A.V., Soloviev, V.N.: Informatization of education as a pledge of the existence and development of a modern higher education. *CTE Workshop Proceedings* **6**, 20–32 (Mar 2019), <https://doi.org/10.55056/cte.366>
- [6] ITU: Measuring digital development: Facts and Figures 2022 (2022), URL <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2022/>
- [7] Jiang, Y., Gao, F., Jian, M., Zhang, S., Zhang, W.: Reconfigurable Intelligent Surface for Near Field Communications: Beamforming and Sensing. *Trans. Wireless. Comm.* **22**(5), 3447–3459 (May 2022), ISSN 1536-1276, <https://doi.org/10.1109/TWC.2022.3218531>
- [8] Khrykov, Y.M., Kharkivska, A.A., Ponomarova, H.F., Uchitel, A.D.: Modeling the training system of masters of public service using Web 2.0. *CTE Workshop Proceedings* **7**, 237–252 (Mar 2020), <https://doi.org/10.55056/cte.356>
- [9] Kilchenko, A.V., Lebedenko, L.V.: Requirements to automatization processing in the programming information system of scientific researches in Academy of pedagogical sciences of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools* **16**(2) (Aug 2010), <https://doi.org/10.33407/itlt.v16i2.231>
- [10] Kremen, V.H.: Liudyna pered vyklykom tsyvilizatsii: tvorchist, liudyna, osvita. In: Kremen, V.H. (ed.) *Fenomen innovatsii: osvita, suspilstvo, kultura*, pp. 9–48, Pedahohichna dumka, Kyiv (2008)
- [11] Kukharenko, V., Shunevych, B., Kravtsov, H.: Distance course examination. *Educational Technology Quarterly* **2022**(1), 1–19 (Feb 2022), <https://doi.org/10.55056/etq.4>
- [12] Malyska, I.D.: Historic-pedagogical pre-conditions of development of educational nets in the context of creation of informative environment (experience of countries of Europe). *Information Technologies and Learning Tools* **1**(1) (Sep 2010), <https://doi.org/10.33407/itlt.v1i1.288>
- [13] Markova, O.M., Semerikov, S.O., Striuk, A.M.: The cloud technologies of learning: Origin. *Information Technologies and Learning Tools* **46**(2), 29–44 (Apr 2015), <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>
- [14] Modlo, Y.O., Semerikov, S.O., Shajda, R.P., Tolmachev, S.T., Markova, O.M., Nechypurenko, P.P., Selivanova, T.V.: Methods of using mobile Internet devices in the formation of the general professional component of bachelor in electromechanics competency in modeling of technical objects. *CTE Workshop Proceedings* **7**, 500–534 (Mar 2020), <https://doi.org/10.55056/cte.400>
- [15] Peter Mell, T.G.: The NIST Definition of Cloud Computing : Recommendation of the National Institute of Standards and Technology. Tech. Rep. 800-415, National Institute of Standards and Technology, Gaitherburg (Sep 2011), URL <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>
- [16] Pinchuk, O.P., Luparenko, L.A.: Web-oriented encyclopedic edition as a tool for dissemination of verified knowledge in the field of education. *Educational Technology Quarterly* (Apr 2023), <https://doi.org/10.55056/etq.582>

- [17] Sclater, N.: Cloud computing in education. Policy brief, UNESCO Institute for Information Technologies in Education, Moscow (Sep 2010), URL <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000190432>
- [18] Spirin, O.M., Saukh, V.M., Reznichenko, V.A., Novytskyi, O.V.: Designing of electronic libraries system of scientific and educational institutions of APS of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools* **14**(6) (Aug 2010), <https://doi.org/10.33407/itlt.v14i6.213>
- [19] Striuk, M.I., Semerikov, S.O., Striuk, A.M.: Mobility: A systems approach. *Information Technologies and Learning Tools* **49**(5), 37–70 (Oct 2015), <https://doi.org/10.33407/itlt.v49i5.1263>
- [20] Toffler, A.: *The Third Wave*. William Morrow and Company, Inc., New York (1980), URL https://ia801301.us.archive.org/26/items/TheThirdWave-Toffler/The-Third-Wave_-_Toffler.pdf
- [21] United Nations: World telecommunication and information society day, 17 may (2023), URL <https://www.un.org/en/observances/telecommunication-day>
- [22] Vlahov, R.D., Klindžić, M., Radujković, M.: Information modeling of behavioral project management competencies. *Information Technologies and Learning Tools* **69**(1), 186–197 (Feb 2019), <https://doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2713>