

В.Ю. Биков

доктор технічних наук, професор,
дійсний член НАПН України,
заслужений діяч науки і техніки,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки,
директор Інституту інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України

А.М. Гуржій

доктор технічних наук, професор,
дійсний член НАПН України,
заслужений діяч науки і техніки,
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки,
радник Президії НАПН України

Теоретико-методологічні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі

Об'єктивні процеси розвитку суспільства (глобалізація і прискорення світових процесів суспільного розвитку, перехід суспільства до інформаційної стадії свого розвитку, демократизація суспільних відносин, інтеграція суспільних систем та ін.), зокрема ті з них, що здійснюються в напрямі забезпечення поступового та неухильного зростання матеріального добробуту і духовності людини, підвищення рівня її захищеності від можливих суспільних, техногенних і природних небезпек, невпинно і різко змінюють світ, в якому ми живемо. В теперішні часи зміни в техніці і провідних технологіях, в суспільному житті, відбуваються досить швидко – навіть швидше, ніж тривалість життя одного покоління людей. Одночасно, ці ж об'єктивні процеси створили нові і загострили існуючі суспільні проблеми: науки і освіти, здоров'я населення, дитинства, молоді і сім'ї, безробіття і зайнятості, економічні, екологічні, демографічні, морально-етичні, оборони і безпеки та ін.

Сучасний етап суспільного розвитку характеризується суттєвим розширенням масштабів і поглибленням наукових досліджень і розробок, що проводяться практично у всіх галузях суспільства, на всіх його рівнях. На цій основі розвиваються і виникають нові галузі знань та високі технології (наприклад, нано- і біотехнології, космічні технології, технології штучного інтелекту, освітні технології, технології в галузі охорони здоров'я і сільського господарства, інформаційно-комунікаційні технології – ІКТ тощо), створюються нові високоінтелектуальні автоматичні і автоматизовані високопродуктивні засоби діяльності. Розробляються нові матеріали, альтернативні екологічно більш небезпечні джерела і перетворювачі різних видів енергії, здійснюється їх експериментальне випробування, промислове виробництво та широке застосування. Розвиваються економічні системи (ринки праці, капіталів, товарів і послуг, підвищується конкуренція на цих ринках). Удосконалюються системи управління соціально-економічними і техніко-технологічними процесами. Як результат, підвищується продуктивність виробництва, швидко змінюються засоби і культура суспільної праці, способи життєдіяльності людини.

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. Поява інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), стрімкий розвиток їх засобів і технологій, зокрема цифрових та оптико волоконних, їх широке впровадження у всі сфери суспільного життя прискорили інтеграційні і комунікаційні процеси, забезпечили нові більш продуктивні можливості опрацювання електронних даних. Ці технології стрімко просувають нас по шляху до інформаційного суспільства, до майбутнього суспільства знань.

За сучасних умов, люди, як визначальні складові соціотехнічних систем, мають встигати за цими 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 (СО) має надати їй такі можливості.

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 СО – підвищення доступності освіти, розширення спектру і поліпшення якості освітніх послуг, які вона надає.

Забезпечення цілей освіти передбачає поступове і неперервне удосконалення будови системи освіти та її частин, реалізацію в освіті сучасних парадигм, ідей, підходів і принципів, які вона проголошує, сповідує, на яких базується і які відтворює при своєму розвитку. Однією з цих сучасних освітніх парадигм є парадигма людиноцентризму, яка відображає і утверджує в практиці гуманістичний аспект освіти. Ця парадигма спрямована на різнобічний особистісний розвиток людей (з урахуванням її індивідуальних здібностей, нахилів і можливостей, загальноосвітніх і професійних освітніх намірів тощо), на формування її готовності до соціалізації в суспільстві. Інша з цих сучасних освітніх парадигм передбачає таку будову СО, яка б надала людині можливість отримати професійну освіту, поступово і послідовно підвищувати, осучаснювати свою професійну кваліфікацію, свої професійні компетентності впродовж всього життя відповідно до особистих уподобань і нахилів конкретної людини та соціально-економічних потреб суспільства.

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 СО 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. Як раз 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 навчально-виховному процесі), а також розвиток технологій управління відкритою освітою на всіх її організаційних рівнях.

Багато в чому реалізація нової освітньої парадигми в СО 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 СО 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 СО 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 конкурентноздатність на ринку праці, тобто бути готовою до суспільнокорисної 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 СО. 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?

Інформатизація освіти (ІО) – 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 ІКТ) учасників навчально-виховного процесу, а також тих, хто цим процесом управляє та його забезпечує (в тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток).

Тобто ІО передбачає реалізацію комплексу системних заходів, спрямованих на забезпечення використання суб'єктами СО вірогідного, вичерпного і своєчасного знання при здійсненні ними усіх видів діяльності.

Інформатизація освіти є більш широким поняттям, ніж комп'ютеризація освіти, а процес ІО включає процес її комп'ютеризації.

Поняття ІО пов'язується із широким впровадженням в СО 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.

Україна активно залучилася до світових тенденцій розвитку освіти, зокрема її інформатизації. ІО – 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.

Отже, проникнення ІКТ у навчальний 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 навчальному 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 навчального 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 навчального процесу, а тому часто вимагає змін форм його організації.

Отже, ІО суттєво впливає на зміст, методи та організаційні форми навчання й управління навчально-пізнавальною діяльністю, призводить до змін у діяльності учнів, вчителів, керівників навчальних закладів та органів управління освітою і тому має охоплювати переважно всі напрями і сфери їх діяльності. Тому ІО передбачає широке та ефективне впровадження і застосування ІКТ при здійсненні освітньої, наукової та управлінської функцій, що притаманні освітній галузі.

Методологічним фундаментом ІО 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.).

Інформатизація освіти передбачає і каталізує загальні процеси розвитку суспільства і освіти. 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 навчально-виховні ресурси цих систем: інформаційні, матеріально-технічні та енергетичні. Докорінно змінюється роль і місце педагога та учня в навчальному 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 ІО.

Еволюційно-поетапний розвиток теорії і практики інформатики, що відображають досягнення науково-технічного прогресу (НТП) в ІКТ-сфері, проявляються 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 різних предметних додатків 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 користувальницьких властивостей засобів введення різноманітних даних (включаючи комп'ютерно орієнтовані засоби зчитування та аналого-цифрового перетворення різних фізичних величин) і подання результатів їх ІКТ-опрацювання (плоскі 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 (ІКМ), зокрема Інтернет, де, поряд з іншим, відтворювалися ідеї централізації і розподілення обчислювальних операцій та інформаційних ресурсів і сервісів.

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

Розвиток властивостей ІКМ зумовив адекватне удосконалення інформаційно-комунікаційної платформи СО, 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 ІКМ першого покоління (транспортні ІКМ) в цілому відбувалося формування ринку

ІКТ-транспорту, розвиток ІКТ-аутсорсинга, переважно забезпечувалося транспортування файлів даних і програм; використовувалися сервіси, що надавала електронна пошта, (включаючи електронні дошки, форуми, чати та ін.).

На другому етапі (контентні ІКМ), поряд з розвитком ринків ІКТ-транспорту та ІКТ-аутсорсинга, формувався ринок ІКТ-контенту – поступово розвивалися інформаційні ресурси ІКМ, контентне наповнення ІКМ: мережні бази даних (файлів даних і програм) з різних предметних галузей; інформаційні ресурси численних мережних представництв (сайти і тематичні портали) індивідуальних і колективних користувачів ІКМ; інформаційні ресурси соціальних мереж і спільнот; контент систем е-дистанційного навчання, електронних бібліотек, науково-освітніх інформаційних мереж та ін.

Третій етап (сервісні ІКМ), поряд з розвитком ринків ІКТ-транспорту, ІКТ-контенту та ІКТ-аутсорсинга, формувався ринок ІКТ-сервісів. Широкий спектр таких сервісів за допомогою ІКМ пропонують навчальні заклади, наукові установи та ІКТ-компанії.

Зокрема, суттєвого розвитку набули інструменти систем відкритої освіти, що спрямовані на розв'язання проблем е-педагогіки, сприяють підвищенню якості та розширенню обсягів контентного наповнення інформаційного ресурсного простору, поліпшенню доступу до наукових і навчальних відомостей широкого кола користувачів, підвищенню ефективності проектування і застосування комп'ютерно орієнтованих систем навчального призначення.

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, що підтримують в педагогічних системах електронний навчальний контент, 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 і 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 навчальними закладами 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. Переважну 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. Яскравим прикладом застосування цих технологій у дистанційній шкільній освіті є проект „Альфанетскул”, що підтримується компанією *Alfa Net Technologies*, Флорида, США (<http://www.alfanetschool.com>) .

По-друге – це технології електронної підтримки віртуальної навчальної діяльності (наприклад, *web 2.0*), що передбачають залучення до навчальної діяльності в Інтернет-просторі учнів, вчителів з сотнею-тисяч шкіл усього світу при виконанні ними спільних міжнародних навчальних проектів з різних тем і дисциплін (забезпечують діяльність віртуальних навчально-наукових спільнот). Під кожний проект формується своя гнучка Інтернет орієнтована мережа учасників проекту (навчальних закладів, окремих осіб), що бажають прийняти в ньому участь. При виконанні навчальних завдань, реалізації спільних міжнародних навчальних проектів 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 проектного підходу при розв'язуванні різноманітних завдань. Яскравим прикладом навчального застосування цих технологій є проект „I*EARN” (<http://www.iearn.org.ua>).

По-третє – це глобальні соціальні мережі навчального призначення, такі як глобальна мережа вчителів-новаторів (*Innovative Teaches Network*). Ця мережа створена компанією *Microsoft* за проектом ”Партнерство в навчанні”, 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 (<http://anon.innovativeteachers.org.ua>). За допомогою цієї мережі, за підтримки компанії *Microsoft* і сприяння МОНмолодьспорту України та НАПН України, зокрема, шість останніх років проводяться Інтернет-конкурси “Вчитель-новатор”. Мета цих конкурсів полягає в опануванні освітянами сучасних ІКТ та підтримка роботи викладачів з підготовки конкурентноспроможної 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 для забезпечення якісного вивчення програмних продуктів *Microsoft*, надання практичної допомоги викладачам загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів в оволодінні інноваційними методами навчання та забезпечення вільного доступу освітян до національних електронних освітніх ресурсів (<http://ua.partnersinlearningnetwork.com>). Яскравим прикладом Інтернет-підтримки спільної роботи членів Інтернет-спільноти є проект *Wikipedia* – онлайн енциклопедії (<http://ua.wikipedia.org>), створюваної зусиллями величезної віртуальної аудиторії зацікавлених користувачів (щоденно сторінки *Wikipedia* проглядають понад 12 млн. користувачів).

По-четверте – це науково-освітні інформаційні мережі (НОІМ), які, по суті, є автоматизованими інформаційними системами (АІС), що наповнені відомостями переважно освітнього і наукового спрямування, забезпечують інформаційну підтримку освіти і науки та технологічно використовують комп'ютерну інформаційно-комунікаційну платформу для транспорту й опрацюванню інформаційних об'єктів

В зв'язку з розвитком засобів і технологій Інтернет, протоколів та техніко-технологічних інтерфейсів взаємодії в АІС, різні НОІМ 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 НОІМ, так і інтерактивна (*online*) взаємодія їх користувачів в процесі виконання ними спільних проектів, розв'язування єдиних навчальних завдань, взаємного інформування тощо. На користувальному рівні електронні ресурси НОІМ пропонуються у структурованому за тою чи іншою тематикою, або за категорією користувачів видах 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, зокрема технології підвищення ефективності проектування та використання комп'ютерно орієнтованих систем навчального призначення. У сфері навчально-орієнтованих інформаційних технологій виник та швидкими темпами поширюється новий клас технологій – інформаційні технології "навчальні об'єкти" (ІТНО). Технологічним базисом ІТНО вважається застосування інтероперабельних навчальних об'єктів контенту, що в процесі навчання багаторазово використовуються. Їх зовнішнє подання відбувається за допомогою різних систем ІТНО, сферою застосування яких є сучасні комп'ютерно орієнтовані системи навчального призначення, у тому числі і дистанційні. Методологія ІТНО охоплює різні теорії, моделі і стратегії, пов'язані з відповідними технологічними системами – від простих систем доставляння контенту навчального призначення до національних інформаційних мереж, глобальних керованих навчальних середовищ, інфраструктур, кіберпросторів так званої „економіки навчальних об'єктів”.

По-шосте – це технології електронних бібліотек, 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 (*IISN, OJS, SCOPUS* та ін.). Ці ресурси не тільки суттєво урізноманітнюють змістову складову методичних систем навчання, але й враховують специфіку реалізації навчального 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 навчального закладу та ін. На основі цих педагогічних систем учні мають навчитися навчатися. В цих системах повинна збільшуватися евристична складова навчального 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, www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/em4/emg.html, www.ukr-in-school.edu-ua.net), що забезпечують науково-методичну підтримку відкритої освіти, а також спеціалізовані портали (наприклад, <http://www.children.edu-ua.net>) та електронні банки даних з різних предметних галузей знань (наприклад, <http://www.znz.edu-ua.net>), що доступні в мережі Інтернет.

По-сьоме – це технології комунікацій близької зони (*NFC - Near Field Communication*). 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 (МІП, *Mobil Internet Device*). Використання учасниками навчального процесу МІП дозволяє їм екстериторіально у просторі і незалежно у часі здійснювати доступ до електронних ресурсів комп'ютерних мереж рівного рівня і предметного спрямування, здійснювати у відкритому освітньому просторі глобальних і локальних електронні комунікації.

По-дев'яте – це технології автоматизації управління функціонуванням і розвитком СО і навчальних закладів (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.

По-десяте – це електронні технології управління проектами, що забезпечують підтримку автоматизованого управління проектами і програмами інноваційного розвитку різних технічних і соціально-економічних систем (в тому числі СО 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.

І нарешті, неперервний розвиток функціонально-технологічних властивостей ІКМ на четвертому етапі їх еволюційно-поетапного розвитку, поряд з розвитком ринків ІКТ-транспорту, ІКТ-контенту, ІКТ-сервісів та ІКТ-аутсорсінга, зумовив появу адаптивних ІКМ, що забезпечують доступ користувачів до персоніфікованої ІКТ-інфраструктури.

Будова і функції адаптивних ІКМ концентровано відображають концепцію опрацювання електронних даних на основі інформаційних технологій хмарних обчислень (ХО). ХО – *Cloud Computing*, хмарне опрацювання даних, хмарні (розсіяні) обчислення, хмари, хмарний підхід, принцип, проект, хмарна: технологія, інфраструктура, архітектура, система, послуга, сервіс, пропозиція, ідея, парадигма, концепція та ін.

За хмарною концепцією завдяки спеціальному інтерфейсу користувача, що підтримується відповідними системними програмними засобами мережного налаштування, в адаптивних ІКМ формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти – віртуальні мережні майданчики

(ММ), як ситуаційна складова логічної мережної інфраструктури ІКМ із тимчасовою відкритою гнучкою інфраструктурою, що за своєю будовою і часом існування відповідає персоніфікованим потребам користувача (індивідуальним, або груповим, колективним), а її формування і використання підтримується ХО-технологіями. Іншими словами, завдяки спеціальним системним технологіям хмарного налаштування (технологіям налаштування віртуальної мережної інфраструктури, ММ), змістово і територіально розподілені в Інтернет-просторі інформаційні ресурси, сервіси та комп'ютерні потужності віртуально „збираються”, утворюючи ММ – віртуальну мережну платформу для подальшого цільового використання відповідно до індивідуальних або групових (колективних) потреб користувачів. Тобто можна сказати, що ХО – це інформаційні технології підтримання ММ – віртуальних структурних елементів адаптивних ІКМ.

Узагальнено можна констатувати, що характерними ознаками існування, формування і використання ММ 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 аутсорсинга (*SaaS* – програмне забезпечення, як послуга; *Paas* – платформа, як послуга; *DaaS* – дані, як послуга; *HaaS* – 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 з надвеликими потужностями процесорних, комунікаційних і зберігаючих кластерів.

Використання хмарної інфраструктури по всьому світі вже сьогодні забезпечують понад 70 компаній (*Hiper-V Cloud Service Providers*), у складі яких створені і функціонують надпотужні дата-центри. Це, наприклад, компанії *Outsourcing*, *STRATO*, *GMO*, *XLS*, *Masterhost*, *Terremark*. Хмарні сервіси на умовах аутсорсинга пропонують також (в тому числі деякі додатки – на безкоштовній основі) такі відомі компанії як *Microsoft*, *Amazon*, *Google*, *Cisco* та ін. В цьому ж напрямі, зберігаючи проте свою корпоративну самобутність, працює і компанія *Apple*.

Розвиток інформатизації системи освіти України на основі концепції ХО має бути забезпечений, зокрема, при реалізації національного проекту „Відкритий світ”, що планується здійснити протягом 2010-2014 рр. під егідою Державного агентства з інвестицій та управління національними проектами України.

Можна впевнено стверджувати, що головні концептуальні засади стратегії подальшої масштабної інформатизації освіти і науки України мають базуватися на концепції ХО з суттєвим поглибленням інтеграції галузевих зусиль у цьому напрямі і можливостей ІКТ-бізнесу на основі застосування механізмів аутсорсинга. При цьому як поточні і перспективні інвестиції у розвиток ІКТ-інфраструктури, так і всі наявні ІКТ-системи та окремі ІКТ-рішення, що спрямовані на ІО на всіх організаційних рівнях СО, мають бути проаналізовані і відкоректовані з точки зору можливості застосування технологій ХО як альтернативи.