

МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ В СФЕРІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

Ю.Г. Запорожченко

Інститут інформаційних технологій
і засобів навчання НАПН України

У статті відображено специфіку основних перетворень в сфері стандартизації інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення в контексті діяльності провідних міжнародних організацій. Показано основні зрушення та проблеми України на шляху побудови гармонізованої системи стандартів.

Ключові слова: освіта, якість освіти, стандарт, стандартизація, інформаційно-комунікаційні засоби навчання.

Сучасне суспільство зіткнулося з тим, що широке впровадження інформаційних технологій в різні сфери людської життєдіяльності і наявність великої кількості розробників програмного забезпечення зумовило проблему стандартизації цієї діяльності. Досить часто інформаційно-комунікаційні засоби навчання розробляються для конкретної установи, організації з приватними цілями, що призводить до високої вартості їх розробки та, водночас, низької цінності для комерційного розповсюдження. У сфері освіти проблеми стандартизованого використання інформаційних технологій є об'єктом активних дискусій як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Розробка стандартів для навчальних комп'ютерних програм, засобів, систем тощо сприяють створенню нових ринків навчальних матеріалів,

зменшенню вартості розробки і збільшенню потенційного повернення інвестицій.

Дослідженню проблеми впровадження інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення в освітній процес та їх стандартизація присвячені праці В.Ю. Бикова, М.І. Жалдака, О.М. Спіріна, О.В. Овчарук, М.П. Шишкіної, К.І. Скрипки, В.В. Лапінського. Однак, досвід відповідних міжнародних організацій в контексті розробки нових міжнародних стандартів у сфері інформаційно-комунікаційних засобів навчання не знайшов достатнього відображення в працях вітчизняних дослідників.

Мета статті полягає в розкритті особливостей стандартизації сучасних інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення у діяльності провідних міжнародних організацій зі стандартизації.

Розуміння того, що стандарти корисні для розвитку співробітництва і розробки спільних підходів сприяло усвідомленню провідними спеціалістами в галузі освіти й інформаційних технологій необхідності розробки системного підходу до побудови комп'ютерних навчальних систем та впровадження відповідних супутніх стандартів. Так з'явилися такі відомі проекти та об'єднання як ARIADNE, LTSC, IMS, ADL й ін. Однак, безумовне лідерство у сфері стандартизації дісталось ISO.

ISO (International Organization for Standardization – Міжнародна організація зі стандартизації) з 1947 року розробляє стандарти практично для всіх напрямів бізнесу, промисловості, технологій тощо. Згідно зі статтею 2.1. уставу ISO метою цієї організації є «сприяння розвитку стандартизації у світовому масштабі для полегшення міжнародного товарообміну і взаємодопомоги, а також для розширення співробітництва в галузі інтелектуально, наукової, технічної і економічної діяльності» [8].

На сьогоднішній день ISO є найбільшим у світі розробником міжнародних стандартів. Основна мета її діяльності полягає в розробці

спільних підходів, досягненні консенсусу на основі рішень, що враховують інтереси різних ланок суспільства: бізнесу, освіти тощо.

Діяльність ISO вперше привернула увагу світової спільноти у 1987 році, після публікації стандартів ISO 9000:87. Базисом цих стандартів став підхід, відомий світовій спільноті під назвою Всеохоплюючий менеджмент якості (Total Quality Management, TQM), головними принципами якого є орієнтація на споживача; лідерство керівників; залучення робітників; процесний підхід; системний підхід до управління; постійне покращання; прийняття рішень на основі фактів; взаємовигідні відносини з постачальниками.

Наступні стандарти ISO серії 9000 були опубліковані в 1994 році. Порівняно з попередньою версією, стандарти ISO 9000:94 були об'ємнішими, адже містили стандарти для трьох різних типів організацій: виробничих, комп'ютерних і дослідницьких. Окрім цього, вони мали рекомендаційний характер. Важливо відзначити, що версія стандартів 1994 року повною мірою орієнтувалася на задоволення потреб споживачів, адже основною метою їх створення стала розробка вимог, за якими можна було визначити, чи здатна компанія-постачальник створити продукцію відповідно до встановлених норм.

У 2000 році стандарти 9000:94 офіційно поступилися новій версії ISO 9000:2000. На відміну від попередньої версії серія ISO 9000:2000 мала такі особливості:

- міжнародний понятійний апарат в сфері якості зазнав значних змін, збільшивши кількість ключових понять; оновлена термінологія набула більш систематизованого характеру;

- нові стандарти виявилися менш директивними та більш гнучкими у використанні;

- філософія управління якістю була фундаментально змінена шляхом включення процесного підходу, в основу якого покладені статистичні методи

управління якістю Шугарта-Демінга та принцип «Плануй-Роби-Перевірй-Дій» (так званий, цикл «PDCA», від англ. «Plan-Do-Check-Act»);

- системною основою нових стандартів стали вісім принципів управління якістю: 1) орієнтація на споживача; 2) лідерство керівників; 3) залучення робітників; 4) процесний підхід; 5) системний підхід до управління; 6) постійне покращання; 7) прийняття рішень на основі фактів; 8) взаємовигідні відносини з постачальниками;

- скорочення обов'язкових документованих процедур з 20 до 6: управління документацією; управління записами; внутрішній аудит; управління невідповідною продукцією; коректуючі дії; попереджуючі дії;

- зміна структури стандарту ISO 9001:2000 – замість жорсткого розподілу вимог на 20 елементів введено п'ять основних розділів: «Система управління якістю»; «Відповідальність керівництва»; «Управління ресурсами»; «Процеси життєвого циклу продукції»; «Вимірювання, аналіз і покращання». Окрім цього, в стандарт ISO 9001:2000 покладено ряд нових вимог: безперервне покращання; зростаюча роль вищого керівництва; розгляд законодавчих та нормативно-правових вимог; встановлення цілей, які можна виміряти; моніторинг інформації, що свідчить про задоволення споживача; зростаюча увага до ресурсів; визначення ефективності навчання; вимірювання, що відносяться до системи, процесів і продукції; аналіз даних, що свідчать про ступінь виконання функцій системою управління якістю [1;2].

Таким чином, головною відмінною рисою стандартів ISO 9000:2000, порівняно з попередніми, стала спрямованість не на управління якістю продукції, а на управління, оптимізацію процесів її створення.

У 2008 році було опубліковано офіційні стандарти ISO 9001:2008 під назвою «Системи управління якістю. Вимоги», які дещо оновили попередню версію 2000 року. Оновлення, загалом, були незначними і стосувалися відповідальності організації у випадку застосування аутсорсінгу, супровід

організацією поставок (гарантійне обслуговування, вторинна переробка, утилізація тощо), управління комп'ютерним програмним забезпеченням, захистом і відновленням інформації і т.ін.

Таким чином, на сьогоднішній день актуальними є такі версії міжнародних стандартів ISO серії 9000:

- ISO 9000:2005 – Системи управління якістю. Основні положення і словник;

- ISO 9001:2008 (оновлення версії ISO 9001:2000) – Системи управління якістю. Вимоги ;

- ISO 9004:2000 – Системи управління якістю. Рекомендації з покращання діяльності.

Усі три стандарти не суперечать один одному, а є гармонізованими комплексами, узгодженими між собою за змістом та структурою. Це означає, що їх можна використовувати як спільно, так і окремо. Так, якщо керівництво організації має намір перевершити вимоги ISO 9001:2000, воно може звернутися до ISO 9004:2000. При цьому варто пам'ятати, що ISO 9004:2000 не призначені для будь-яких контрактних цілей, сертифікації тощо [3].

У сфері розробки стандартів для інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення важливою співпраця ISO з міжнародними організаціями й комітетами, зокрема, з Міжнародною електротехнічною комісією. Мільйони девайсів у всьому світі, що містять електроніку, використовують чи виробляють електрику створюються і функціонують згідно зі стандартами, розробленими саме Міжнародною електротехнічною комісією (International Electrotechnical Commission (IEC), або МЕК. Заснована у 1906 р., ця комісія перетворилася на визнаного лідера з розробки міжнародних стандартів для різного роду електричних, електронних, електротехнічних засобів. МЕК підтримує співробітницьку платформу

компаній, підприємств, урядів для їх з'їздів, дискусій в контексті стандартизації, враховуючи ключові потреби кожної країни-учасника [7].

Об'єднаний технічний комітет №1 (ОТК № 1) є підрозділом ISO та Міжнародної електротехнічної комісії. Цей комітет займається усіма питаннями, пов'язаних з розробкою, підтримкою і сприянням розповсюдженню стандартам в сфері інформаційно-комунікаційних технологій, необхідних світовому ринку для узгодження вимог виробників і споживачів за різними параметрами:

- розробка і розвиток систем ІТ та засобів їх розробки;
- результативність і якість продуктів і систем ІТ;
- безпека систем ІТ та інформації;
- портативність прикладного програмного забезпечення;
- уніфікація інструментів і засобів розробки;
- гармонізація ІТ-словника;
- ергономічність дизайну користувацьких інтерфейсів тощо.

Участь в ОТК № 1 доступна делегатам з будь-яких країн. Організації, як зовнішні, так і учасники ISO/МЕК, можуть пропонувати своїх членів в якості представників в ОТК № 1. Участь є добровільною – до представників країн не висуваються вимоги обов'язкової участі в комітетах [5].

Значна частина роботи ОТК № 1 розподіляється за підкомітетами, кожен з яких працює над певними проблемами. Більшість підкомітетів включають кілька робочих груп. Зокрема, Підкомітет 36 (SC 36) «Інформаційні технології для навчання, освіти і підготовки» включає сім робочих груп (РГ):

- РГ РГ 01 (WG 01): Словник (Vocabulary);
- РГ 02 (WG 02): Технологія взаємодії (Collaborative technology);
- РГ 03 (WG 03): Інформація для тих, хто навчається (Learner information);

- РГ 04 (WG 04): Управління і постачання навчання, освіти і підготовки (Management and delivery of learning, education and training);
- РГ 05 (WG 05): Забезпечення якості і дескриптивні рамки (Quality assurance and descriptive frameworks);
- РГ 06 (WG 06): Технології підтримки та інтеграція специфікатів (Supportive technology and specification integration);
- РГ 07 (WG 07): ITLET – культура, мова та індивідуальні потреби (ITLET - Culture, language and individual needs)[6].

Щодо України, то, будучи членом ISO з 2001 року, вона також активно бере участь в роботі різних комітетів і підкомітетів ISO. Зокрема, в галузі інформаційно-комунікаційних технологій варто відзначити участь в таких технічних комітетах чи підкомітетах:

- JTC 1/SC 2 – Універсальний кодований набір символів (Universal coded character set);
- JTC 1/SC 7 – Програмна та системна інженерія (Software and systems engineering);
- JTC 1/SC 22 – Мови програмування, їх середовища та системні інтерфейси програмного забезпечення (Programming languages, their environments and system software interfaces);
- JTC 1/SC 27 – Методи захисту ІТ (IT Security techniques);
- JTC 1/SC 35 – Інтерфейси користувачів (User interfaces);
- JTC1/SC 37 – Біометрія (Biometrics);
- JTC 1/SC 25 – Об'єднання інформаційно-технологічного обладнання (Interconnection of information technology equipment);
- JTC 1/SC 34 – Опис документа та мови програмування (Document description and processing languages [4].

Результатом співпраці між Об'єднаним технічним комітетом № 1 та Підкомітетом 36 під егідою ISO стала розробка широкого спектру стандартів для інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення.

Наведемо основні стандарти в галузі інформаційних технологій навчання, освіти та професійної підготовки, розроблені зазначеними комітетами, та їх характеристики:

1. ISO/IEC 2382-36:2008 – Інформаційні технології – Словник – Ч. 36: Навчання, освіта та професійна підготовка (Information technology - Vocabulary - Part 36: Learning, education and training). – Стандарт призначений для полегшення міждержавного взаємного розуміння основних категорій в галузі інформаційних технологій для навчання, освіти і професійної підготовки. Основні поняття та їх визначення представлені англійською і французькою мовами. – Статус: опублікований.

2. ISO/IEC 12785-1:2009 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка – Контент-пакети – Ч.1: Інформаційна модель (Information technology - Learning, education, and training - Content packaging - Part 1: Information model). – Стандарт визначає структури, що можуть бути використані для обміну пакетами даних (мови, освіти та професійної підготовки (МОП) між системами, що можуть імпортувати, експортувати і т.ін. змістові пакети МОП. Він ілюструє концептуальну структуру інформаційної моделі контент-пакетів (Content Packaging Information Model) та визначає структурні відносини, типи даних для кожного типу інформаційних об'єктів. – Статус: опублікований.

3. ISO/IEC 19778:2008 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка –Технологія взаємодії (Information technology - Learning, education and training - Collaborative technology - Collaborative workplace). – Стандарт застосовується для технологій взаємодії, що використовуються для підтримки комунікації між учасниками навчального процесу: учнями, вчителями та ін. Впровадження та використання цієї технології сприяє накопиченню інформації, пов'язаної з учасниками навчальних груп, а також з середовищем, функціями, інструментами і т.ін., які цими групами вживаються.

Стандарт ISO/IEC 19778:2008 складається з трьох структурних частин:

- ISO/IEC 19778-1:2008 – Ч.1: Модель даних взаємодіючого робочого місця (Part 1: Collaborative workplace data model). – Статус: опублікований;

- ISO/IEC 19778-2:2008 – Ч.2: Модель даних взаємодіючого середовища (Part 2: Collaborative environment data model). – Статус: опублікований;

- ISO/IEC 19778-3:2008 – Ч.3: Модель даних взаємодіючої групи (Collaborative group data model). – Статус: опублікований.

Стандарт ISO/IEC 19778:2008 разом зі своїми структурними частинами уможливають портативність і повторне використання даних в інтегрованій формі і дозволяють моделі даних зберігатись, повторно використовуватись чи аналізуватись в межах різних систем.

4. ISO/IEC 19780-1:2008 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка – Технологія взаємодії – Взаємодіюча навчальна комунікація – Ч.1: Текстова комунікація (Information technology - Learning, education and training - Collaborative technology - Collaborative learning communication - Part 1: Text-based communication). – Стандарт визначає модель даних для текстових виразів. Він забезпечує уніфікацію у виокремленні та описі текстових виразів, складених членами спільної групи. – Статус: опублікований.

5. ISO/IEC 19788:2011 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка – Метадані для навчальних ресурсів (Information technology - Learning, education and training - Metadata for learning resources). – Основною метою стандарту ISO/IEC 19788:2011 є визначення елементів метаданих та їх атрибутів для опису освітніх ресурсів. Зокрема, сюди відносяться правила, які регулюють ідентифікацію елементів даних та специфікації їх атрибутів. Стандарт ISO/IEC 19788:2011 складається з двох частин:

- ISO / IEC 19788-1:2011 – Ч.1: Рамка (Part 1: Framework) – містить елементи даних для опису навчальних ресурсів та ресурсів, прямо пов'язаних з ними; визначає принципи і структури для специфікації описів навчальних ресурсів; ідентифікує атрибути елементів даних та правила управління їх користуванням. Ключові принципи цього стандарту розроблені з урахуванням вимог мовної і культурної адаптивності в умовах глобалізації. – Статус: опублікований.

- ISO / IEC 19788-2:2011 – Ч.: Дублінські ключові елементи (Part 2: Dublin Core elements) – пропонує базовий набір елементів даних для опису навчальних ресурсів, запозичених з набору Дублінських ключових елементів метаданих (ISO 15836:2009) та принципів, покладених в основу ISO / IEC 19788-1:2011, таким чином дещо доповнюючи попередню частину стандарту, враховуючи ширший спектр потреб користувачів. – Статус: опублікований.

6. ISO/IEC 19796:2005 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка – Управління, забезпечення якості та метрика (Information technology - Learning, education and training - Quality management, assurance and metrics). – Стандарт ISO / IEC 19796:2005 є базисом для опису, порівняння, аналізу, менеджменту якості та підходів до забезпечення якості. Він слугує інструментом для співставлення вже існуючих підходів та їх узгодження на основі загальної моделі якості. Ключовим елементом стандарту є Рекомендаційна рамка для опису підходів до якості (the Reference Framework for the Description of Quality Approaches).

Стандарт ISO / IEC 19796:2005 складається з трьох частин:

- ISO/IEC 19796-1:2005 – Ч.1: Загальний підхід (Part 1: General approach) - перший крок в напрямі побудови гармонізованої моделі якості для навчання на основі ІТ. – Опублікований;

- ISO/IEC 19796-2 – Ч.2: Гармонізована модель якості (Part 2: Harmonized quality model) – визначає інструменти і метрики з метою впровадження загального підходу до якості. - Статус: опублікований;

- ISO/IEC 19796-3:2009 – Ч.3: Рекомендаційні методи та метрика (Part 3: Reference methods and metrics) – розширює межі Рекомендаційної рамки для опису підходів до якості, визначеної в попередній частині стандарту ISO/IEC 19796-1:2005, шляхом впровадження гармонізованого опису методів та метрики, рекомендованих для впровадження системи забезпечення якості, управління якістю зацікавленими сторонами, які займаються розробкою, розвитком, утилізацією ІТ систем для навчання, освіти і професійної підготовки. – Статус: опублікований.

7. ISO/IEC TR 24725-3:2010 – Інформаційні технології для навчання, освіти та професійна підготовки – Технології підтримки та специфічна інтеграція – Ч.3: Платформа та медіа-таксономія (Information technology for learning, education and training - Supportive technology and specific integration - Part 3: Platform and Media Taxonomy (PMT)). – Стандарт містить уніфікований словник, систематику медіа- і платформних технологій, а також процеси, що можуть використовуватися для опису різних комбінацій і зв'язків цих технологій, що необхідні для виконання визначених функцій і підтримки додатків для учнів в межах різних ІТ середовищ. Стандарт містить приклади того, як і коли можна використовувати технології для підтримки навчання, освіти і професійної підготовки кадрів. – Статус: опублікований.

8. ISO/IEC 24751:2008 – Інформаційні технології – Індивідуалізована адаптивність і доступність в електронному навчанні, освіти та професійній підготовці (Information technology - Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training). – Стандарт ISO/IEC 24751:2008 розроблений з метою задоволення потреб осіб з обмеженими можливостями.

Складається з трьох частин:

- ISO/IEC 24751-1:2008 – Ч.1: Структура і рекомендаційна модель (Framework and reference model. – Статус: опублікований;

- ISO/IEC 24751-2:2008 – Ч.2: «Доступ для всіх»: особисті потреби та переваги для цифрового постачання ("Access for all" personal needs and preferences for digital delivery. – Статус: опублікований;

- ISO/IEC 24751-3:2008 – Ч.3: «Доступ для всіх»: опис цифрових ресурсів ("Access for all" digital resource description). - Статус: опублікований.

9. ISO/IEC TR 24763:2011 – Інформаційні технології – Навчання, освіта та професійна підготовка – Концептуальна рекомендаційна модель для інформації про компетенцій та подібні об'єкти (Information technology - Learning, education and training - Conceptual Reference Model for Competency Information and Related Objects). – Стандарт ISO/IEC TR 24763:2011 пропонує Концептуальну рекомендаційну модель, яка складається з категорій елементів, атрибутів та взаємозв'язків між ними. Її використання можливе для визначення відношень між поняттями в сфері інформаційних технологій навчання, освіти і професійної підготовки, таких як компетентність, знання, навички, здібності, кваліфікація, продуктивність, дидактичні цілі тощо. Стандарт зосереджений на інформації про учасників освітнього процесу, взаємопов'язаних елементів цього процесу та відповідних відносин між ними в межах ІТ систем, що використовується для управління, розвитку, опису, передачі чи оцінювання інформації про компетентність чи інші пов'язані з нею об'єкти. - Статус: опублікований [9].

Як бачимо, представлені стандарти відображають досить широкий спектр різних аспектів оцінювання якості ІТ продуктів, що має тенденцію до подальшого зростання.

Нажаль, наведені стандарти досі не отримали вітчизняних аналогів, що значно уповільнює процеси стандартизації національних розробок в галузі інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення. Хоча Україна долучилася до впровадження визнаних міжнародних стандартів ще

на початку XXI ст., все ж, нині стандартизація та щонайменша уніфікація підходів до визначення якості навчальних комп'ютерних програм, засобів, систем тощо залишається досить низькою.

В Україні існують законодавчі підстави необхідної сертифікації. Однак, вітчизняний сертифікат не є дійсним за межами держави. Для дійсного визнання світовою спільнотою необхідна сертифікація відповідно ISO 9001:2000 у спеціальних інституціях, таких, наприклад, як ABS Quality Evaluations (США), Lloyd's Register Quality Assurance (Великобританія), TUV (Німеччина), Bureau Veritas Quality International (Франція) та ін. Схвалення подібних інстанцій необхідне компаніям, що пропонують товари чи послуги іноземним клієнтам, у тому числі й освітнім установам, що прагнуть створити гідну конкуренцію зарубіжним колегам.

Ці та інші протиріччя ускладнюють процеси забезпечення якості інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення, уповільнюючи інтеграцію нашої держави у світовий інформаційний простір. Усвідомлення того факту, що розробка відповідних стандартів сприятиме створенню нових ринків навчальних матеріалів, зменшенню вартості розробки, збільшенню потенційного повернення інвестицій, зближенню зі світовими ринками освітніх послуг допоможе звести освіту України на якісно новий рівень.

Наше дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Подальшого вивчення потребує іноземний досвід стандартизації інформаційно-комунікаційних засобів навчального призначення.

Використані джерела:

1. Васильев А. Международные стандарты ISO серии 9000. История и развитие [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.leanzone.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=182:-iso-9000-&catid=41:2008-12-22-17-57-43&Itemid=90. – Назва з екрана.
2. Выбор и применение стандартов ISO серии 9000 2009 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.klubok.net/article2375.html>. – Назва з екрана.
3. Настанови щодо застосування ISO 9001:2000 у сфері освіти (IWA 2:2003, IDT) : Видання

офіційне. – К. : Держспоживстандарт України, 2008. – 63 с. **4.** Технічні комітети стандартизації України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ukrndnc.org.ua/techcomitets/files/TK152.zip> – Назва з екрана. **5.** General information on the list of technical committees [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees.htm – Назва з екрана. **6.** Information technology for learning, education and training [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=45392 – Назва з екрана. **7.** International Electrotechnical Commission [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.iec.ch/about/> – Назва з екрана. **8.** International Organization for Standardization [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.iso.org/iso/about.htm> – Назва з екрана. **9.** JTC 1/SC 36 - Information technology for learning, education and training [Електронний ресурс] – Режим доступу : http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=45392 – Назва з екрана.

Ю.Г. Запорожченко. Международные стандарты в сфере информационно-коммуникационных средств обучения

В статье отображена специфика основных преобразований в сфере стандартизации информационно-коммуникационных средств обучения в контексте деятельности международных организаций. Показаны основные изменения и проблемы Украины на пути создания гармонизированной системы стандартов.

Ключевые слова: образование, качество образования, стандарт, стандартизация, информационно-коммуникационные средства обучения.

Y. Zaporozhchenko. The International Standards in the Sphere of the Information and Communication Educational Tools

In the article the specific of the main developments in the sphere of standardization of the information and communication educational tools in the context of activity of the international organizations are concerned. The main changes and problems of Ukraine on the way of creation of the harmonized standards system are reflected.

Key words: education, quality of education, standard, standardization, information and communication educational tools.