

УДК 303.721:004.031.42

А.Ф. Манак, Е.М. Саница

Информационные технологии в образовании

Предложен анализ теоретических исследований и программных разработок в области электронного обучения на примере работ, проводимых в Международном Центре информационных технологий и систем НАН и МОН Украины. Показано, что эффективная организация электронного обучения на протяжении жизни требует системной трансформации организационных и педагогических основ обучения, масштабируемых подходов, сетевых решений для многоплатформенных систем.

Ключевые слова: электронное обучение, информационные технологии для образования, электронное научно-образовательное пространство.

Подано аналіз теоретичних досліджень та програмних розробок у сфері електронного навчання на прикладі робіт, що виконуються в Міжнародному Центрі інформаційних технологій та систем НАН та МОН України. Показано, що ефективна організація електронного навчання на протязі життя потребує системної трансформації організаційних та педагогічних основ навчання, масштабованих підходів, мережевих рішень для багатоплатформенних систем.

Ключові слова: електронне навчання, інформаційні технології для освіти, електронний науково-освітній простір.

Введение. Современное образование является одной из ключевых характеристик информационного общества. Интенсивное внедрение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы жизни обусловило непрерывное совершенствование человеческой деятельности, постоянное сокращение времени на воплощение новых идей, знаний и технологий в жизнь. Резко возрастает потребность в новых формах и методах образования на протяжении всей жизни. Все это не могло не повлиять на процессы поддержки обучения на базе активного использования ИКТ в образовании для всех. Быстрое вхождение Украины в мировое образовательное пространство дает возможность говорить об информационной и коммуникационной поддержке образовательных процессов как о совокупности программно-технических средств, интеллектуальных продуктов, педагогических и методических решений, сервисных и информационных служб, способствующих решению проблемы развития гибкой системы широкомасштабного непрерывного образования.

Постановка задачи

Целью написания данной статьи является обобщение результатов многолетних исследований в области обучения на базе использования ИКТ, получившего название *электронного обу-*

чения, которые проводились в Международном Центре. Анализ работ в этой области послужил основой для определения теоретического базиса дальнейших исследований и их приоритетных направлений. Полученные в течение многих лет результаты в совокупности служат наглядной иллюстрацией трансформации области электронного обучения под влиянием фундаментальных исследований, с одной стороны, и доступных технологических инноваций как основы экспериментальных исследований с другой: трансформации, направленной на создание теоретического фундамента и технических решений для обеспечения качественного и экономичного массового непрерывного обучения.

В статье описаны основные результаты теоретических исследований, связанные с развитием новых информационных технологий в образовании для всех на каждом этапе технологических инноваций. Определены тенденции развития исследований в области технологий обучения и основные факторы успешного внедрения результатов в практику образовательного процесса. Приведены примеры разработок, определивших ключевые направления практического использования технологий в сфере образования. Определены направления будущих исследований.

Исследования систем обучения

Образование – это «целенаправленный процесс и результат усвоения человеком систематизированных знаний, навыков и умений, развитие ума и чувства, формирование мировоззрения и познавательных процессов» [1]. По мнению авторов, такое определение наиболее точно отражает сущность этого понятия. Изучение явных и скрытых функций образования и обучения, а также роли ИКТ в их реализации с учетом процессов глобализации и развития информационного общества [2–4] способствует пониманию механизмов непрерывного и массового обслуживания системой образования широкого круга пользователей и позволяет обеспечить постоянное совершенствование образовательных услуг. Поддержка процессов трансформации образования [5] в условиях глобализации требует системного понимания инфраструктуры и процессов трансформации для сбалансированного изменения всех компонентов образования и обучения. Понятие непрерывного образования в условиях интенсивного внедрения инноваций трансформируется параллельно с развитием фундаментальной междисциплинарной базы, технологического базиса и инновационных электронных научно-образовательных пространств [6].

Возникает потребность в качественно новых фундаментальных междисциплинарных исследованиях, рассматривающих в комплексе различные аспекты создания и развития электронных научно-образовательных пространств [7] с точки зрения системного подхода. Так, может быть предложена следующая формулировка фундаментальной проблемы: каким образом определить и поддержать целенаправленное развитие электронного обучения в условиях дисбаланса между ограниченными ресурсами для обновления инфраструктуры, с одной стороны, и высокой скоростью появления новых технологических возможностей, требующих постоянного повышения ИКТ-компетенций участников образовательного пространства – с другой.

Использование принципа новых задач [8], задачного подхода [9] и других концептуаль-

ных положений позволило коллективу исследователей Международного Центра за короткий срок достичь важных теоретических и практических результатов, связанных с активным и многоплановым использованием перспективных ИКТ в обучении. Работы в области компьютеризации обучения под руководством А.М. Довгялло заложили основу нового научного направления, в рамках которого проводились первые в Украине исследования компьютерных технологий обучения, диалоговых и обучающих систем [10], задачных моделей обучения [11]. Результатом этих разработок стало издание двухтомной международной энциклопедии, широко востребованной учеными и практиками [12].

Стратегическое направление исследований, связанных с использованием перспективных ИКТ, уточнялось в соответствии с изменениями в ходе развития информационного общества. Тематические направления, послужившие отправной точкой для многочисленных исследований и разработок в Украине, представлены на рис. 1.

Как следует из рис. 1, на начальном этапе логика развития исследований определялась постоянным обновлением технологической базы, появлением качественно новых технологий, что требовало анализа возможностей их использования для задач обучения, масштабирования, развития и адаптации. В дальнейшем область исследований постоянно расширялась, от изучения моделей и методов воспроизводства традиционного учебного процесса в рамках системы дистанционного обучения [10] до создания онлайн-электронных образовательных сред, интегрирующих различные системы поддержки новых видов учебной деятельности [13]. Таким образом, спектр исследований охватывает широкий круг проблем, относящихся к области педагогических, технических и системных исследований [5, 14], в связи с чем было необходимо изучить природу эволюции и конвергенции технологий [15, 16], исследовать понятия массовости и непрерывности в образовательном контексте [17], особенностями инноваций [6]. На основе этих иссле-



Рис. 1

дований были созданы абстрактные модели электронных пространств и электронных инновационных пространств [18], предложены подходы к исследованию инноваций [19], учитывающие тенденции развития технологий, а также международные и национальные стандарты в области ИКТ и образования.

Теоретической основой проектирования и создания систем, реализующих распределен-

ное обучение, послужили работы, в которых изложены результаты исследования и обобщения систем управления обучением S с использованием учебного контента в виде так называемых *учебных объектов* [20–24]. Рассмотрены примеры описания свойств S для основных классов систем для поддержки массового обучения [25, 26]. Сравнение определений таких систем, родовых понятий и существенных ха-

рактических классов свидетельствуют о проблемах, связанных решением задачи идентификации и описания системных композитов S и их характеристик ввиду отсутствия систематизации и формальной основы описаний. По мере развития технологической платформы, несущей в себе итерационные инновации [6], понимание сути построения и использования системы может значительно трансформироваться. Этот процесс можно наблюдать на примере систем с открытым кодом, в развитии которых принимают участие различные группы разработчиков. Несмотря на то, что многие системы основаны на международных стандартах [27], их композиты определяются и создаются с различными целями и их свойства могут значительно различаться между собой. Таким образом, актуальной задачей является исследование проблем целенаправленного технологического развития систем.

В соответствии с базисными подходами к построению S , согласно *SCORM*, *IMS* [28, 29] и другими, в общей схеме построения S и их компонентов комбинируют следующие шаги: < разработку вербального описания постановок задач > → < разработку принципиального решения задач > → < разработку вербального описания модели агрегирования контента > → < разработку частичных решений на базе *XML/RDF*-формализмов > → < практическую реализацию решений >. Поскольку использование формальных конструкций и структур *XML/RDF* ограничивает потенциал применения формализованных описаний S , на этапах исследования и общего проектирования S и его системных компонентов, необходимо идентифицировать удобную *минимальную формализованную структуру* (м.ф.с.), а также разработать общие стратегии ее определения и применения для идентификации и описания свойств S .

По мнению авторов, решающим фактором для формализации свойств S является качество его определения, насколько м.ф.с. можно однозначно понять и в дальнейшем исследовать и использовать, в частности, в других дисциплинах и подходах. Исходя из этого, для идентификации и описания существенных свойств

S предложено использовать м.ф.с. типа *категория* [30]. Такой подход имеет ряд преимуществ в сравнении с традиционным применением м.ф.с. *декартово произведение множеств* в теоретико-множественных подходах к формализации понятия *система*. В [31] общие стратегии применения м.ф.с. типа *категория* для идентификации и описания свойств совокупности технологически возможных S , идентифицирован и описан ряд существенных универсальных характеристик S («Форма–Содержание», «Агрегирование»).

Отметим, что предложенный подход принципиально расширяет возможности традиционного инструментария по идентификации и описанию свойств учебных систем, предоставляет новые возможности обмена результатами, повышает точность и устраняет неопределенность описаний учебных систем. Раскрытие концептуальной неопределенности – системная задача, поэтому результаты не только зависят от возможностей исследователя, но и определяют новое отношение к деятельности и изменение стиля мышления разработчиков.

Поддержка массового непрерывного образования

Развитие современной инфраструктуры непрерывного образования как каркаса глобального образовательного пространства должно базироваться на социальных, экономических, педагогических, технологических, организационных инновациях [6], направленных на повышение качества обучения и менеджмента, доступности информации и учебных ресурсов, и, в конечном счете, на повышение результативности и продуктивности индивидуальной и коллективной работы. Инновации во многом определяют интенсивность и масштабы развития массового непрерывного обучения – одного из приоритетных направлений развития [7]. С появлением интернета и в процессе развития его сервисов, лавинообразного распространения информационных ресурсов, проблема обеспечения массового доступа к образованию приобрела новые черты. Несмотря на то, что основой массовости пока что остаются универсальные решения, основной акцент смещается от

массового внедрения локальных продуктов к созданию перспективных распределенных решений, условий для взаимодействия продуктов, кросс-платформенного распространения, предоставления учебных услуг.

В условиях информационного общества особое значение приобретает развитие открытых образовательных ресурсов [32, 33], причем как учебного контента, так и инструментария для его разработки и поддержки, что в сочетании с использованием сервисного подхода и современных распределенных технологий обработки информации значительно снижает порог вхождения в современную электронную образовательную среду для учебных организаций.

Основной особенностью современного подхода к обеспечению массовости является переход от иерархических систем распределения и управления обучением к сетевой модели обмена контентом и предоставления учебных услуг, в рамках которого происходит:

- формирование нового мировоззрения пользователей с использованием мотивации к применению новых технологий для собственного развития с целью повышения комфортности существования в новом информационном обществе;
- развитие интернет-инфраструктур, ориентированных на поддержку массового обучения, которые обеспечат поддержку и устойчивое развитие индустрии образовательных услуг;
- дальнейшее развитие процессного и структурного подходов к решению задач организации эффективного взаимодействия пользователей с учебной средой;
- создание и реализация на базе эталонных моделей в среде открытых систем новых типов многоуровневого взаимодействия приложений, общих и прикладных сервисов, а также инфраструктур;
- разработка ИТ-стандартов и рекомендаций для обеспечения интероперабельности и масштабируемости как основы создания и поддержки функционирования надежных платформ электронного обучения нового поколения;
- трансформация технологических платформ электронного обучения от *дидактически*

нейтральных к дидактически целенаправленным, формирование расширяемого кросс-платформенного *портфеля дидактических услуг*;

- создание мультикомпонентных учебно-технологических сред со встроенными функциями социального обучения;
 - создание теоретико-методологической платформы для реализации универсальных подходов к целенаправленной актуализации, генерации и многократному использованию гетерогенных информационных ресурсов и знаний, представленных в виде электронного контента [34, 35];
 - создание технологий для поддержки распределенной работы с информацией, ресурсами и знаниями, поддерживающих пирамиду стратегий обучения, а также интеллектуальных технологий индивидуализации процесса обучения для повышения мотивации и эффективности учебного процесса;
 - активизация исследований и внедрение новых подходов в области безопасности и защиты информации, в том числе, персональных данных, развитие средств анализа *больших данных*.
- В настоящее время непрерывность, наряду с массовостью, стала одним из базовых понятий, которое исследует современная междисциплинарная наука [17, 18]. В случае непрерывного образования на первый план выходят технологические проблемы комплексной поддержки непрерывности образовательного процесса, которые могут быть рассмотрены в следующих аспектах:
- поддержка непрерывности предоставления качественных образовательных услуг в условиях постоянно развивающихся платформ поддержки электронного образования, изменений технологической базы клиентских мест;
 - поддержка непрерывности массового использования электронного учебного контента в условиях его обновления на новой технологической базе;
 - поддержка непрерывности процессов производства инновационного электронного контента, а также механизмов его внедрения в образовательную практику;

- обеспечение непрерывности с позиции индивидуального обучаемого, управление знаниями в условиях непрерывного обучения на базе интернета.

Перспективы развития технологий для массового непрерывного образования

Наряду с распространением новых моделей, методов и технологий в рамках традиционных форм электронного образования, возникает необходимость в развитии альтернативного подхода. Развитие предложенной чл.-кор. Гриценко В.И., поддержанной ЮНЕСКО и одобренной на международном уровне идеи о системе альтернативного электронного образования, позволило сформулировать ключевые характеристики альтернативного электронного образовательного пространства (АЭОП):

- АЭОП поддерживает правильно сконструированные электронные среды непрерывного обучения, позволяющие гибко осуществлять электронное обучение;

- АЭОП базируется на цифровой дидактике, без которой невозможно современное электронное обучение;

- АЭОП поддерживает менеджмент будущим человека, его личную заинтересованность в получении конкретных знаний, умений и опыта, планирование дальнейшей жизни, карьеры;

- АЭОП поддерживает мета-обучение, т.е. обучение умению учиться, благодаря интеграции его стратегий в траектории обучения;

- нормативно-правовая база АЭОП – универсальна и открыта.

Основные элементы АЭОП показаны на рис. 2.

Архитектура АЭОП базируется на использовании облачных технологий. Сервисы АЭОП обеспечивают создание индивидуального пространства обучения с персональным набором характеристик, управление которыми позволяет достигать планируемых целей. Поддерживается идентификация участников АЭОП и об-

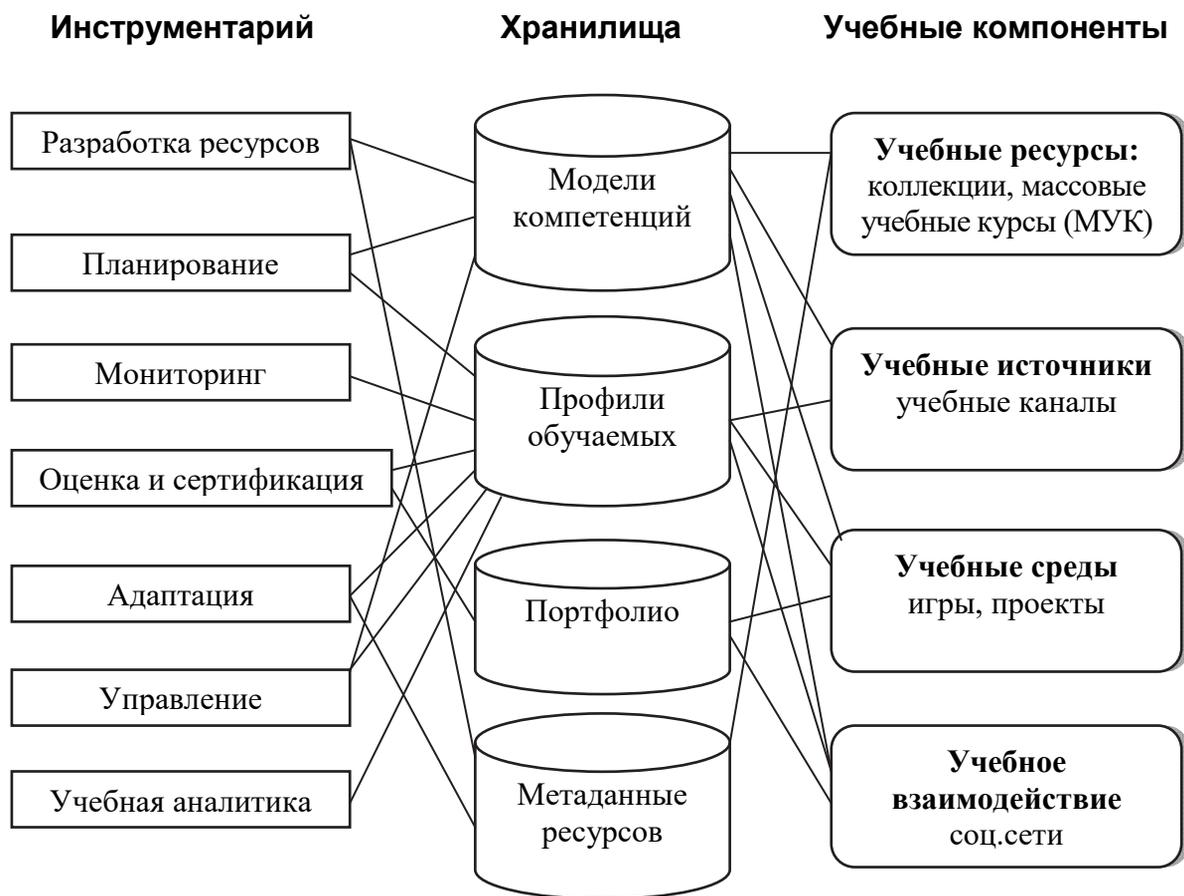


Рис. 2

работка данных о них статистическими методами, а также методами интеллектуального анализа данных, что позволяет прогнозировать потребность в реализации новых характеристик АЭОП.

Интегрируя более чем тридцатилетний опыт исследований в данной области [37], можно сделать вывод о том, что современный подход к электронному обучению должен базироваться на таких факторах:

- сочетании новых механизмов взаимодействия и доступа к услугам, порождающим эффект повышения мотивации к активному использованию;
- понимании сущности и особенностей педагогической поддержки обучаемых;
- понимании существования цифрового неравенства, отсутствия доступа к современным технологиям ввиду отсутствия соответствующих компетенций;
- понимании неизбежности постоянного обновления техники и технологий;
- использовании системного, процессного и задачного подходов в организации всего процесса обучения;
- применении технологий педагогического проектирования учебной деятельности как «всей системы» на базе вариативности педагогических стратегий, методов и технологий, не ограничиваясь буквальным воспроизведением традиционных моделей обучения;
- понимании необходимости разностороннего усовершенствования системы при соблюдении принципов экономичности, сбалансированности и многоразового использования ресурсов;
- использовании современной учебной среды, современных платформ обучения, электронных ресурсов [38, 39] и организации помощи различным группам учеников;
- осознании необходимости трансформировать мышление учеников, стремясь развить у них навыки решения задач с использованием абстракции, аналогии, декомпозиции, алгоритмизации в соответствии с концепцией *computational thinking* [40], что соответствует потребностям человека в информационном обществе;

- использовании национальных и международных стандартов и рекомендаций для обеспечения интероперабельности предложенных решений.

Эти общие требования могут в дальнейшем уточняться и детализироваться, но, по мнению авторов, именно они определяют стратегическое направление.

Реализация технологии электронного обучения

Теоретические результаты послужили основой целого ряда прикладных исследований и разработок, включая дистанционные курсы и систему управления обучением, средства создания электронного контента на основе объектов, учебный портал, многокомпонентные среды и мобильные решения. Рассмотрим, как развивались практические приложения в области электронного обучения в целом как области применения ИКТ в образовании с учетом основных задач [5].

Задача организации дистанционного обучения. В области дистанционных технологий обучения создана и апробирована отечественная концепция гибких дистанционных технологий обучения, в основу которой заложены принципы экономичности и доступности, методологическая основа их создания на базе общепризнанных фундаментальных результатов в области компьютерных технологий обучения, теории диалога и компьютерной дидактики. Реализованы модели учебного диалога преподавателя и удаленных обучаемых, направленные на повышение качества обучения, эффективности усвоения учебного материала и контроля результатов обучения, которые послужили основой развития дистанционных технологий в Украине [41].

Задача создания мультимедийного учебного контента. Создана методология разработки нового поколения дистанционных курсов и электронных ресурсов учебного назначения на основе современных международных ИТ-стандартов, позволяющая многократно коллективно использовать лучшие фрагменты учебных ресурсов в различных образовательных контекстах на многоплатформенной основе и обеспе-

чивать простоту интеграции в мировые образовательные сети. Разработаны методология, методики и практические рекомендации по созданию и использованию таких ресурсов в учебном процессе [42, 43], созданы уникальные дистанционные курсы по вопросам электронного обучения, инноваций в образовании, массового непрерывного образования.

Создан и апробирован ряд информационных технологий для эффективной поддержки процесса обучения на базе концепции модульного многофункционального прагматического представления и поэтапной детализации знаний учебного назначения, что послужило основой для подготовки высокоэффективных учебных материалов. Разработаны технология педагогического проектирования гибких мультимедийных дистанционных курсов, технология автоматизации подготовки учебных материалов, методика оценивания качества дистанционных курсов [44, 45] и многое другое. Инструментарий создания курсов на основе объектов [46 – 48] использован для создания открытых учебных ресурсов [49].

Задача создания многоцелевой электронной среды. Теоретические результаты в области многоцелевых и многокомпонентных электронных сред [49, 50] нашли воплощение в технических решениях при создании онлайн-новых систем поддержки профессиональной деятельности пользователей при работе со структурированной информацией, которые успешно прошли опытную эксплуатацию в МОН Украины.

Комплексная информационно-аналитическая система – КИАС (рис. 3) явилась прообразом электронных сред, сочетающих поддержку работы с документами и многофакторный анализ данных с возможностью обучения работе с системой. КИАС представляет собой комплекс научно-программных решений для поддержки ускоренной обработки специализированной документированной информации, предоставляет развитые механизмы обработки большого количества документов устойчивого образца в режиме реального времени и обладает повышенными показателями надежности функцио-

нирования и отказоустойчивости. При ее создании усовершенствована технология построения трехслойных информационных систем на базе сервис-ориентированной архитектуры, положенной в основу первой версии онлайн-овой системы лицензирования, аккредитации и сертификации образовательных учреждений Украины как ядра соответствующего электронного пространства.

Задача создания электронного научно-образовательного пространства. Ряд проблем, связанных с созданием такого пространства, был исследован при реализации отдельных его элементов, в частности, при создании средств эффективного взаимодействия участников в процессе организации и проведения удаленных семинаров и других научно-методических мероприятий [51, 52]. На протяжении последних пяти лет совершенствование технологической платформы было направлено на воплощение идеи сбалансированности, экономичности, доступности, массовости и эффективности [3] средств электронного образования. В частности, предусмотрена возможность выбора пользователем предпочтительных бесплатных средств онлайн и оффлайн взаимодействия, мультимодальность общения и мультиплатформенный доступ с различных мобильных устройств. Технология организации и проведения онлайн-мероприятий была высоко оценена экспертами и участниками цикла международных научных конференций «Новые информационные технологии в образовании для всех».

Задача обучения и повышения квалификации преподавателей. Подготовка преподавателей к работе в условиях электронного обучения – не менее важна, чем разработка соответствующих технологий [53], поскольку именно от того, в какой степени преподаватели способны принять инновации и использовать новые технологии [54] для достижения учебных целей, в конечном счете, зависит качество обучения. Спектр работ, проводимых в Международном Центре, охватывает обучение основам компьютерной и информационной грамотности, интернету, использованию мультимедиа, педагогическому проектированию дис-

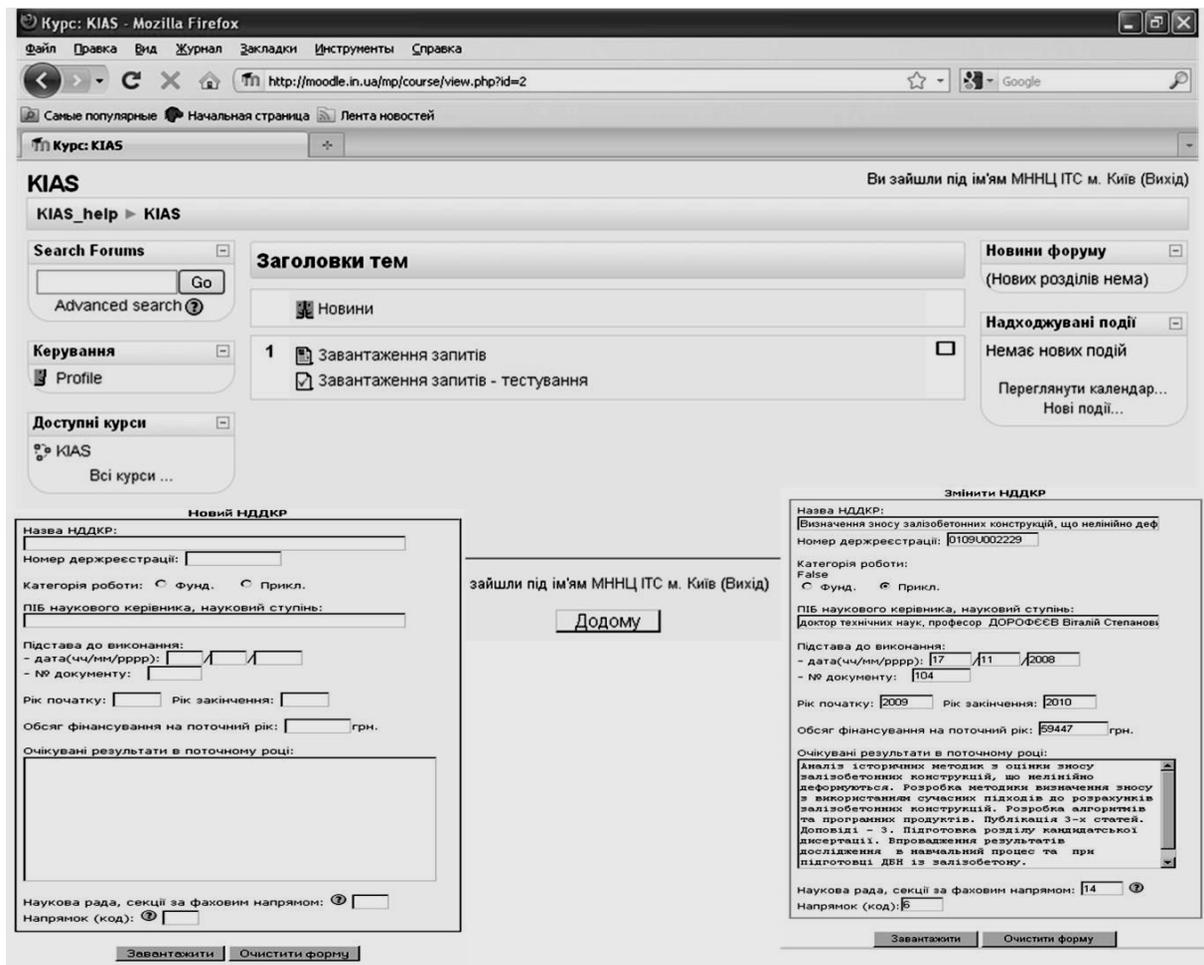


Рис. 3

танционных курсов, а также проведение научно-методических мероприятий по вопросам развития электронного обучения, изменения роли образования в обществе знаний, перспективам использования современных технологий для непрерывного образования. Разработаны методика и программа ускоренной подготовки преподавателей, направленная на приобретение компетенций в области создания и использования электронных учебных ресурсов, успешно прошедших апробацию, способствовали развитию дистанционного образования в Украине. Компетентностный подход использован также при создании электронных учебных ресурсов для непрерывного образования [55].

Описанная задача может служить примером необходимости пересматривать предложенные решения по мере изменения исходных условий и ограничений, в данном случае – исходных

компетенций преподавателей, инфраструктуры преподавания, совокупности доступных технологий. Помимо упомянутых, рассматривались и другие задачи, в частности связанные с использованием мобильных устройств в научно-образовательной среде [56, 57], с распределением задач обучения в условиях гетерогенной платформы, организацией личностно-ориентированного обучения.

Вывод. Результаты анализа многолетних исследований в области электронного обучения показывают, что первоначально поставленные цели достигнуты: разработаны теоретические положения и практические решения, позволяющие эффективно реализовать широкий круг задач обучения в рамках существующей организационно-педагогической модели образования. Вместе с тем, продолжаются исследования проблем интеграции технологий, инди-

видуализации процесса обучения, разработка методик использования конкретных технологий в учебном процессе, совершенствование средств создания разнообразных электронных учебных ресурсов и многие другие. Следует отметить, что большинство исследований и разработок не только в Украине, но и в других странах по-прежнему ориентировано на потребности формального обучения, определенные учебными программами и сложившейся системой учебных заведений. Такой выбор свидетельствует о том, что непрерывное образование зачастую воспринимается как своеобразная последовательность курсов повышения квалификации, а не как личностно-ориентированный непрерывный процесс в контексте многообразия видов деятельности индивидуума. Таким образом, реализация инновационных подходов сдерживается инерцией системы образования, выполняющей монополярную роль в признании результатов обучения.

Под влиянием революционных изменений в сфере ИКТ не только появилась возможность реализации новых видов и форм учебной деятельности, но и возросла динамика требований к компетентности специалистов, требующая непрерывного обновления знаний и навыков. В связи с этим, новые модели электронного обучения должны преодолеть отставание моделей традиционного образования от потребностей информационного общества и общества знаний, предложить концептуальные решения для новых видов и условий учебной деятельности. Речь идет о создании технологий, поддерживающих иную экономическую и организационную модель передачи знаний, оценивания результатов, формирования *учебного сообщества* и взаимодействия между его членами. Существенная роль при этом будет отведена интеллектуальным информационным технологиям, обеспечивающим индивидуализацию процесса обучения, адаптацию учебной деятельности и контента к потребностям конкретного обучаемого, обработку данных о процессе обучения и многое другое. Именно в этом направлении сосредоточены перспективные фундаментальные исследования в области непрерывного электронного обучения, направленные на создание моделей и

технологий для альтернативного подхода к обеспечению непрерывного образования.

1. *Педагогика: Учебное пособие* / Под ред. П.И. Пидкасистого. – М.: Педагогическое общ-во России, 1998. – 640 с.
2. *Гриценко В.И.* Информационно-коммуникационные технологии в образовании для всех – в ракурсе проблем общества знаний. – К.: Академперіодика, 2007. – 28 с.
3. *Гриценко В.И.* Перспективные технологии обучения – основа стратегии построения общества знаний // УСиМ. – 2005. – № 6. – С. 5–10.
4. *Гриценко В.И.* Фундаментальные проблемы E-обучения. – К.: Академперіодика, 2008. – 38 с.
5. *Манако А.Ф., Синица Е.М.* Информационное общество и ИКТ в образовании. – Lambert Acad. Publ. ISBN 978-3-659-59949-1, 2014. – 99 с.
6. *Манако А.Ф., Синица Е.М.* Инновационные электронные научно-образовательные пространства: взгляд сквозь призму трансформаций // Образовательные технологии и общество. – 2014. – 17, № 1. – С. 546-577. – http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v17_i1/pdf15.pdf
7. *Манако А.Ф., Синица Е.М.* Электронные научно-образовательные пространства и перспективы их развития в контексте поддержки массовости и непрерывности // УСиМ. – 2012. – № 4. – С. 83–92.
8. *Глушков В.М.* Введение в АСУ. – Киев: Техніка, 1972. – 312 с.
9. *Довгялло А.М.* Диалог пользователя и ЭВМ: Основы проектирования и реализации. – Киев: Наук. думка, 1981. – 231 с.
10. *Дистанционное обучение: теория и практика* / В.И. Гриценко, С.П. Кудрявцева, В.В. Колос и др. – К.: Наук. думка, 2004. – 376 с.
11. *Колос В.В., Кудрявцева С.П.* Задачная модель функционирования информационно-образовательной среды // УСиМ. – 2005. – № 6. – С. 75–81.
12. *Компьютерная технология обучения: Словарь-справочник.* / Под ред. Гриценко В.И., Довгялло А.М. В 2-х томах. – К.: Наук. думка, 1992. – 784 с.
13. *Voychenko O., Synytsya K.* Knowledge Sharing via Web 2.0 for Diverse Student Groups in Distance Learning // Learning Environments and Ecosystems in Engineering Education // Proc. IEEE EDUCON, April 2011, Jordan. (EDUCON), IEEE, 2011. – P. 933–936.
14. *Von Brevern H., Synytsya K.* A systemic activity based approach for holistic learning & training systems. // Educational Technology & Society. – 2006. – 9, № 3. – P. 100–111.
15. *Манако А.Ф., Воронкин А.С.* ИКТ в образовании: эволюция, конвергенция и инновации // Образовательные технологии и общество. – 2014. – 17, № 1. – С. 487–521. – http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v17_i1/pdf11.pdf

16. Манако А.Ф., Воронкин А.С. Инновации в образовании: эволюция и конвергенция как источник трансформаций / Новые информационные технологии в образовании для всех: непрерывное обучение / В.И. Гриценко, В.Б. Артеменко и др. – К.: Академперіодика, 2013. – С. 90–120.
17. Манако А.Ф., Синица Е.М. Массовость и непрерывность как ключевые факторы развития электронного научно-образовательного пространства для всех // Proc. Fifth Int. Conf. ITEA-2010. 23–24 Nov. 2010. – Kiev, IRTC. – P. 23–33.
18. Манако А.Ф., Синица Е.М. Непрерывное образование и инновационные электронные научно-образовательные пространства / Новые информационные технологии в образовании для всех: непрерывное обучение / В.И. Гриценко, В.Б. Артеменко и др. – К.: Академперіодика, 2013. – С. 121–205.
19. Манако А.Ф., Синица Е.М. ИКТ в обучении: взгляд сквозь призму трансформаций // Образовательные технологии и общество. – 2012. – **15**, № 3. – С. 392–414.
20. Манако А.Ф. Підхід до моделювання цілеспрямованого розвитку інноваційних інформаційних технологій «навчальні об'єкти» // Проблеми програмування. – 2006. – № 2–3. – С. 475–481.
21. Манако А.Ф. Технологічні аспекти інноваційного цілеспрямованого розвитку телекомунікаційного науково-освітнього простору // Комп'ютерні технології. – 2006. – Т. 63, **50**. – С. 227–236.
22. Манако А.Ф., Синица Е.М. Теоретико-методологические основы построения сетевой образовательной среды / Новые информационные технологии в образовании для всех: e-образование / В.Б. Артеменко, А.С. Воронкин, А.Ф. Манако и др. – ISBN 978-966-02-7526-3. – К.: МНУЦИТ и С, 2015. – С. 104–193.
23. Манако А.Ф. Каркас побудови МАНОК-систем // Бионика интеллекта. – 2006. – № 2(65). – С. 77–82.
24. Манако А.Ф. Формальные структуры МАНОК-систем // УСиМ. – 2008. – № 1. – С. 35–41.
25. Манако А.Ф. Подход к построению формализованного описания информационных систем для образования и обучения // Образовательные технологии и общество. – 2013. – **16**, № 1. – С. 547–563.
26. Манако А.Ф. Конструктивные свойства трансформационного электронного образовательного пространства // Образовательные технологии и общество. – 2014. – **17**, № 1. – С. 522–530. – http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v17_i1/pdf/12.pdf
27. Synytsya K. Standards for Learning Technologies: Overview and Directions. // Communications of IICM. – 2005. – **8**, № 2. – P. 5–15.
28. Sharable Content Object Reference Model (SCORM 2004), v. 4.0, 2004. – <https://www.adlnet.gov/adl-research/scorm/scorm-2004-4th-edition/>
29. IMS Digital Repositories Interoperability – Core Functions Information Model. – 2003. – <http://www.imsglobal.org/>
30. Lowvere F.W. The Category of Categories as a Foundation for Mathematics // Proc. of the Conf. on Categorical Algebra. – Springer-Verlag, 1966. – P. 1–20.
31. Букур Н., Деляну А. Введение в теорию категорий и функторов. – М.: Мир, 1972. – 259 с.
32. Манако А.Ф. Информационные ресурсы для непрерывного обучения // УСиМ. – 2002. – № 3/4, С. 41–49.
33. Манако А.Ф. Системные аспекты моделирования целенаправленного развития инновационных информационных технологий «учебные объекты» // УСиМ. – 2006. – № 6. – С. 10–19.
34. Манако А.Ф. Информационно-дидактический базис МАНОК/S // Там же. – 2005. – № 3. – С. 63–70.
35. Синица Е.М. Модели метаданных учебных ресурсов // Там же. – 2006. – № 6. – С. 20–25.
36. Плинер А.А. Киберпространство: информационный, языковой, технологический аспекты // Эпистемы: Сб. научн. ст. – Екатеринбург: Ажур, 2014, **9**: Аспекты аналитической традиции. – С. 97–105.
37. Synytsya K., Manako A. E-learning in Ukraine/ In Cases on Challenges Facing E-Learning and National Development: Institutional Studies and e-Learning Practices, Turkey, 2010 – **2**. – P. 989–1008.
38. Синица Е.М., Бурцев М.С. Описание учебных ресурсов: метаданные, стандарты, профили // Образовательные технологии и общество. – 2006. – **9**, № 1. – С. 365–396.
39. Synytsya K. Learning object metadata: Implementations and open issues. // IEEE LTTF Learning Technology. – 2003. – **5**, № 1. – P. 1–6.
40. Wing J.M. Computational Thinking // Communications of the ACM. – 2006. – **49**, N 3. – P. 33–35.
41. Опыт дистанционного обучения на основе телекоммуникационных технологий в Украине / А.М. Довгялло, В.В. Колос, С.П. Кудрявцева и др. // УСиМ. – 1999. – № 5. – С. 84–91.
42. Гриценко В.И., Манако А.Ф. Использование учебного мультимедиа в электронных учебниках и дистанционных курсах, поставляемых через Интернет: Метод. пособие. – К.: Вітус, 2003. – 123 с.
43. Danylova O., Synytsya K., Martynov D. A competence-based approach to the design of the on-line English course // 31st Int. Convention MIPRO, 2008. – P. 187–191.
44. Rovinskyi D., Synytsya K., Podgornov A. Quality assessment for collections of learning resources // Advanced Learning Technologies, IEEE Int. Conf. Proc. – 2003. – P. 362–363.
45. Rovinskyi D., Synytsya K. Distance Courses Quality: A Learner's View // Ibid. – 2004. – 1080–1081.
46. Подгорнов А., Синица Е. Object Orchestrator – приложение для создания и поддержки учебного мате-

- риала // Образовательные технологии и общество. – 2005. – **8**, № 3. – С. 319–322.
47. *Synytsya K.* Towards Support of Object-Based Learning Content Authoring. // ICICIS'07, Proc. Int. Conf. March 15–18, 2007 (Cairo, Egypt). – 2007. – P. 482–486.
 48. *Манакo А.Ф., Манакo В.В.* Електронне навчання і навчальні об'єкти. – К.: Кажан плюс, 2003. – 334 с.
 49. *Voychenko O., Synytsya K., Manako A.* Web 2.0 based LMS extension for life long learning support. // Proc. Elearning and software for education, international scientific conference eLSE. – 2011. – P. 149–154.
 50. *Riabtsev V., Sinitsya K., Voychenko O.* Integrated Solution for On-line Environments Users' Learning and Support // 38th Int. Convention (MIPRO), Computers in Education. – 2015. – P. 1093–1096.
 51. *Войченко А.П.* Опыт проведения он-лайн конференций // УСиМ. – 2016. – № 2. – С. 77–81.
 52. *Войченко А.П.* Использование облачных технологий и социальных сетей для поддержки научно-учебных мероприятий // Там же. – 2015. – № 4. – С. 52–57.
 53. *Структура ИКТ-компетентности учителей: Рекомендации ЮНЕСКО*, 2011. – 116 с. – <http://iite.unesco.org/pics/publications/rul/files/3214694.pdf>
 54. *Каменева Т.Н.* Педагогические технологии в электронном образовательном пространстве: традиции и инновации. // Образовательные технологии и общество. – 2013. – **16**, № 1. – С. 609–626.
 55. *Данилова О.В., Синица Е.М., Мартынов Д.В.* Использование компетентностного подхода при создании учебного он-лайн курса *ELTEC* // Там же. – 2008. – **11**, № 3. – С. 351–367.
 56. *Synytsya K.* Adding mobility to the ADL language course. // Int. Conf. eLearning and Software for Education. – 2012. – **2**. – P. 147–152.
 57. *Voychenko O., Synytsya K.* Podcasting as the first step in m-learning implementation. // Ibid. – 2015. – **1**. – P. 298–302.

Поступила 07.03.2017

Тел. для справок: +38 044 502-6355 (Киев)

© А.Ф. Манакo, Е.М. Синица, 2017

УДК 303.721:004.031.42

A.F. Manako, K.M. Synytsya

Information Technologies in Education

Introduction. Continuing education and lifelong learning is needed to cope with rapid changes in economy and society. E-learning as an overall approach is useful to address mass-scale learning and dealing with flexible access to education. However, an important issue is to identify appropriate class of technologies and specific requirements to them for particular tasks.

Purpose. The purpose of this article is to summarize the results of research in ICT for education that form a theoretical basis for e-learning and to reveal the driving forces for transformations in that field. Understanding the impact of technological innovations and requirements to mass-scale and life-long learning on e-learning implementations will facilitate both the solution of research problems and successful e-learning practice.

Methods. The requirements, recommendations and conclusions are based on literature study, system analysis methods and generalizations. Research results are illustrated by software implementations.

Results. Requirements to e-learning technologies and organization of mass-scale continuous education are suggested based on a study of e-learning research and implementations. Key features and basic components of the alternative electronic education space are identified that can be used in creation of e-learning framework for life-long learning and implementation of specific e-learning tools and services.

Conclusion. The results of the research demonstrate that the efficient implementation of life-long e-learning requires systemic transformation of organizational and pedagogic foundations of learning, scalable approaches, and networked solutions for multi-platform systems. The findings can be used by e-learning developers, decision-makers in educational organizations and other specialists interested in using ICT in education.

