

УДК 378, 004.942

Разработка информационной образовательной среды на базе конвергентного подхода

Деев М. В., Кравец А. Г., Финогеев А. Г.

Постановка задачи: в статье анализируются проблемы проектирования интеллектуальной образовательной среды. Среда является необходимой для управления процессами конвергентного образования и повышения квалификации специалистов. **Целью работы** является обеспечение взаимодействия жизненных циклов основных компонент, а именно электронных образовательных ресурсов, образовательных программ и уровней квалификации. **Используемые методы:** процесс конвергенции в образовательной среде определяет единство компетенций, которые необходимы для специалистов разных специальностей и уровней квалификации. Конвергентная модель также предлагается для взаимодействия основных компонент. **Новизна:** модель предполагает глубокую интеграцию образовательных и информационных технологий на базе единой сетевой платформы, которая включает систему управления образовательным контентом, систему управления учебной деятельностью, систему управления обучением, систему оценки знаний, интеллектуальную систему анализа требований работодателей, систему прогнозирования потребностей рынка труда, Web интерфейс и т.д. **Практическая значимость:** интеллектуальная образовательная среда представляет механизм интеграции и синхронизации образовательных ресурсов и обучающих систем для поддержки процессов сближения технологий электронного, мобильного, облачного, смешанного и повсеместного обучения.

Ключевые слова: конвергенция, квалификация, специалист, интеллектуальная образовательная среда, образовательная программа, жизненный цикл, электронный образовательный ресурс, конвергентное образование.

Введение

В настоящий момент для поддержки согласования информации между системой образования и рынком труда необходима комплексная организация системы подготовки, переподготовки и информационного сопровождения специалистов на основе современных образовательных технологий, что невозможно без решения проблемы массового создания и модернизации электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Массовая разработка и актуализация ЭОР требуют много времени и ресурсов, поэтому необходимо совершенствовать подходы к реализации и эволюции ЭОР на основе применения моделей жизненного цикла (ЖЦ) [1, 2].

В современном мире набирают большую популярность технологии автоматизированного управления процессом обучения и подготовки специалистов. Они позволяют быстро и сравнительно недорого создавать новые образовательные программы (ОП) и технологии с обеспечением удаленного доступа

Библиографическая ссылка на статью:

Деев М. В., Кравец А. Г., Финогеев А. Г. Разработка информационной образовательной среды на базе конвергентного подхода // Системы управления, связи и безопасности. 2017. № 3. С. 119-134. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-03/06-Deev.pdf>

Reference for citation:

Deev M. V., Kravets A. G., Finogeev A. G. Development of an information educational environment based on a convergent approach. *Systems of Control, Communication and Security*, 2017, no. 3, pp. 119-134. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2017-03/06-Deev.pdf> (in Russian).

преподавателей и обучающихся к единой информационной среде, интегрированной с глобальным Интернет пространством.

На рынке образовательных программных продуктов предлагается большое количество систем управления учебной деятельностью (Learning Management System – LMS) [3]. Такие системы применяются для разработки, интеграции, распространения и актуализации учебных, методических, нормативных и педагогических материалов с поддержкой возможности дистанционного, повсеместного и мобильного доступа в онлайн-режиме. В качестве учебных материалов LMS системы используют ЭОР, которые включают структуру, предметное содержание (контент) и метаданные [4-6]. В связи с большим числом ЭОР и существующей тенденцией к их росту возникает актуальная задача минимизации затрат на их разработку, а также на их модификацию и актуализацию в процессе сопровождения.

К основным проблемам современной подготовки специалистов с использованием ЭОР относятся [7-10]:

- 1) отсутствие моделей ЖЦ для ЭОР, ОП и уровней квалификации специалистов, обеспечивающих комплексную автоматизацию процесса управления учебной деятельностью в единой информационной среде;
- 2) недостаточное соответствие ОП и контента ЭОР современным требованиям работодателей;
- 3) отсутствие эффективных инструментальных средств для создания, актуализации и сопровождения ЭОР в информационной среде;
- 4) отсутствие интеллектуальных средств анализа требований работодателей для синтеза набора требуемых компетенций;
- 5) отсутствие технологии автоматизации процесса согласования ОП с требованиями работодателей и имеющимися ЭОР в информационной среде.

Целью создания открытой платформы для синхронизации образовательных ресурсов, требований стандартов и работодателей является согласование и обеспечение процесса взаимодействия ЖЦ ЭОР, ОП и уровней квалификации обучаемых. Для достижения поставленной цели сформулированы задачи: разработки схемы и модели синхронизации ЖЦ, разработки и программной реализации методики синхронизации и согласования ЭОР по различным направлениям подготовки, способа анализа вариантов реализации компонентов интеллектуальной информационно-образовательной среды (ИИОС) для поддержки технологий массовой разработки и актуализации учебных программ и ресурсов.

В статье рассматриваются технологии проектирования информационной образовательной среды для поддержки управления процессами непрерывной подготовки специалистов на основе конвергентного подхода.

Разработка модели информационной образовательной среды на основе конвергентного подхода

Научно-технический прогресс и процесс эволюции информационно-технологических платформ вызывают необходимость быстрой актуализации учебно-методических комплексов. Процессы непрерывной подготовки специа-

листов, создания и развития ОП, ЭОР при постоянно меняющихся требованиях образовательных стандартов и работодателей тесно связаны и требуют комплексной синхронизации и автоматизации для повышения качества образования. Тенденции в системе образования направлены на внедрение и использование:

- 1) мобильных устройств (ноутбуки, смартфоны, планшеты, Smart Watch и GoogleGlass) и технологий мобильного обучения;
- 2) технологий облачного обучения (инструменты GoogleClassroom, Moodle, Blackboard, «Мобильная Электронная Школа» и др.);
- 3) социальных сетей для взаимодействия преподавателей и обучающихся;
- 4) технологии смешанного обучения в реальных аудиториях и виртуальной среде;
- 5) технологий геймификации для реализации игровой формы учебного процесса.

Новые технологии определяют конвергентную модель интеллектуальной образовательной среды (Smart Learning Environment – SLE) для интеграции и синхронизации гетерогенных образовательных ресурсов и обучающих систем в рамках поддержки технологий электронного (e-learning), мобильного (m-learning), облачного (cloud learning), смешанного (blended learning) и повсеместного обучения (ubiquitous education). Необходимость исследований в данной области знаний определяется эволюционным развитием информационных и телекоммуникационных технологий в направлении развития всепроникающих сетей и технологий повсеместного доступа 4A (Anytime, Anywhere, Anything, Anybody) к образовательному контенту [11].

Термин конвергенция [12] в аспекте статьи означает процесс сближения ОП, образовательных стандартов, ЭОР, систем управления обучением и различных образовательных технологий, обусловленный необходимостью внедрения междисциплинарного обучения в процессе непрерывной подготовки специалистов. Процесс конвергенции связан с развитием информационно-коммуникационных технологий, так как с 1990-х годов существует тенденция к интеграции компьютерных, телекоммуникационных и мультимедийных технологий и взаимопроникновению информационных технологий, когда инновации появляются в междисциплинарной области знаний [13–17].

Конвергентный подход также определяется как NBIC-конвергенция (N – nano, B – bio, I – info, C – cognitive) нано-, био-, информационных и когнитивных технологий [18] на основе их системно-синергетической интеграции [19]. Термин введен в 2002 году учеными М. Роко и У. Бейнбриджем, которые определили особенности NBIC-конвергенции, проанализировали ее роль в развитии цивилизации [20]. В настоящее время в концепцию интегрируются социальные технологии, с помощью исследуются поведенческие, речевые, психологические и другие способности человека [21, 22]. Сближение социальных, когнитивных и информационных технологий позволяют говорить о новой конвергентной модели образовательного процесса. При этом когнитивные и социальные технологии представляют собой систему методов и алгоритмов, моделирующих и уси-

ливающих познавательные способности обучаемых при решении практических задач [23].

Конвергенция в образовании может быть реализована на разных уровнях в зависимости от сферы приложения, что позволяет определить:

- 1) образовательно-технологическую конвергенцию в плане сближения и сходимости образовательных технологий, моделей жизненных циклов (ЖЦ) ОП и ЭОР;
- 2) учебно-методическую конвергенцию в плане сближения и сходимости ОП разных специальностей и ЭОР по разным дисциплинам;
- 3) профессиональную конвергенцию в плане сближения компетенций для различных видов профессиональной деятельности и требований работодателей;
- 4) организационную конвергенцию в плане сближения систем управления образовательным контентом (Learning Content Management System – LCMS), систем управления обучением (Learning Management System – LMS) [24], систем управления учебной деятельностью (Learning Activity Management System – LAMS);
- 5) когнитивно-креативную конвергенцию в плане сближения творческих и когнитивных технологий при подготовке специалистов для профессиональной деятельности.

Результатом конвергенции является синтез и развитие ИИОС с интеграцией разных образовательных платформ, сервисов и технологий. ИИОС должна рассматривать процесс непрерывного обучения как целостный цикл, предусматривающий изучение, исследование, творчество, анализ, дискуссию, публикацию, проектную деятельность и т. п.

Конвергентная модель ИИОС определяет сближение (схождение) и интеграцию образовательных технологий на основе единой технологической платформы с унифицированной системой представления образовательного контента, системой оценки знаний, системой управления учебным процессом. Модель реализует процессы:

- 1) сближения моделей ЖЦ ОП, ЭОР и уровней квалификации специалистов;
- 2) сближения образовательных технологий (e-learning, m-learning, cloud learning, blended learning, ubiquitous learning) на базе единой ИОС;
- 3) интеграции кроссплатформенных LMS, LAMS, LCMS систем на базе облачной модели хранения образовательного контента, с организацией повсеместного доступа к нему с мобильных средств связи;
- 4) интеграции и адаптации механизмов управления и администрирования ИИОС с обеспечением информационной безопасности.

Известно, что различные ОП проходят свои жизненные циклы, в процессе которых происходит их сближение в плане получения одинаковых компетенций в области информационных и телекоммуникационных технологий. Практически все ЖЦ соответствуют итеративной модели развития. В процессе реализации ОП применяется множество ЭОР, которые также проходят собственные ЖЦ и имеют тенденцию к сходимости образовательного контента.

Таким образом, модель конвергентного образования определяет сближение компетенций, получаемых различными специалистами в рамках ЖЦ их собственных уровней квалификации и профессиональных знаний. ЖЦ специалиста включает профессиональную деятельность (исполнение трудовых обязанностей) и обучение (повышение квалификации) [25]. Для профессиональной деятельности специалист должен иметь базовый образовательный уровень, который он получает в ходе обучения по программам высшего образования или среднего профессионального образования. Однако, научно-технологический прогресс, смена должности, изменение трудовых функций требуют совершенствования имеющихся или приобретения новых компетенций, которые часто лежат за пределами квалификации специалиста. Получение новых компетенций требует освоения междисциплинарных знаний, что является сущностью конвергентной модели. Специалист должен постоянно заниматься самообразованием, чтобы его компетенции соответствовали изменяющимся требованиям работодателей. Однако самообразования часто недостаточно, чтобы получить новые компетенции. В этом случае специалисту требуется пройти обучение по дополнительным программам в рамках своей специализации, либо по новым программам при смене специальности. При этом ОП должны быть согласованы и синхронизированы с текущим уровнем подготовки специалиста и с изменяющимися требованиями работодателей. Требования к ОП для подготовки и переподготовки специалистов также базируются на требованиях образовательных стандартов. На ЖЦ ОП влияют: а) должностные обязанности, б) программы компетенции, в) пробелы в образовании специалистов, выявленные в ходе аттестации.

В рамках конвергентной модели разработана методика создания и синхронизации ОП по различным направлениям подготовки специалистов (рис. 1).



Рис. 1. Методика создания и синхронизации ОП

Первым шагом создания ОП является анализ требований работодателей. Следующим шагом создания ОП сбор информации о ЭОР, которые могут быть использованы в процессе обучения. Далее выполняется разработка ОП, ее структуры и содержания, которые учитываются при синтезе ЭОР. Кроме ОП необходимо создать инструменты оценки на соответствие требованиям стан-

дартов и работодателей для определения степени ее готовности ОП к осуществлению учебного процесса, либо необходимости доработки.

В процессе реализации ОП осуществляется выбор образовательных технологий и осуществляется планирование обучения, включающее составление графика и расписания занятий. Следующим шагом является проведение обучения с использованием ЭОР. Завершается реализация ОП оценкой полученных компетенций обучаемых. Методика позволяет создавать ОП, адаптированные к изменяющимся требованиям работодателей, законодательства и образовательных стандартов.

В ИИОС основными компонентами для освоения большинства ОП являются ЭОР. Поэтому требования стандартов и работодателей фактически являются требованиями к ЭОР и, следовательно, ЖЦ ОП тесно связаны с ЖЦ ЭОР.

ЖЦ ЭОР включает этапы создания, использования, модернизации и морального старения. Процесс создания начинается с анализа технических требований (форматов и технологий, информационных материалов, нормативных документов), требований ОП и условий ее реализации (технологии обучения, требования к содержанию ЭОР). На основе анализа выполняется проектирование ЭОР. Дальнейшими шагами являются реализация (с учетом уточненной структуры и содержания материалов ОП), интеграция компонент ЭОР, тестирование и верификаций ЭОР, проверка, публикация и сопровождение.

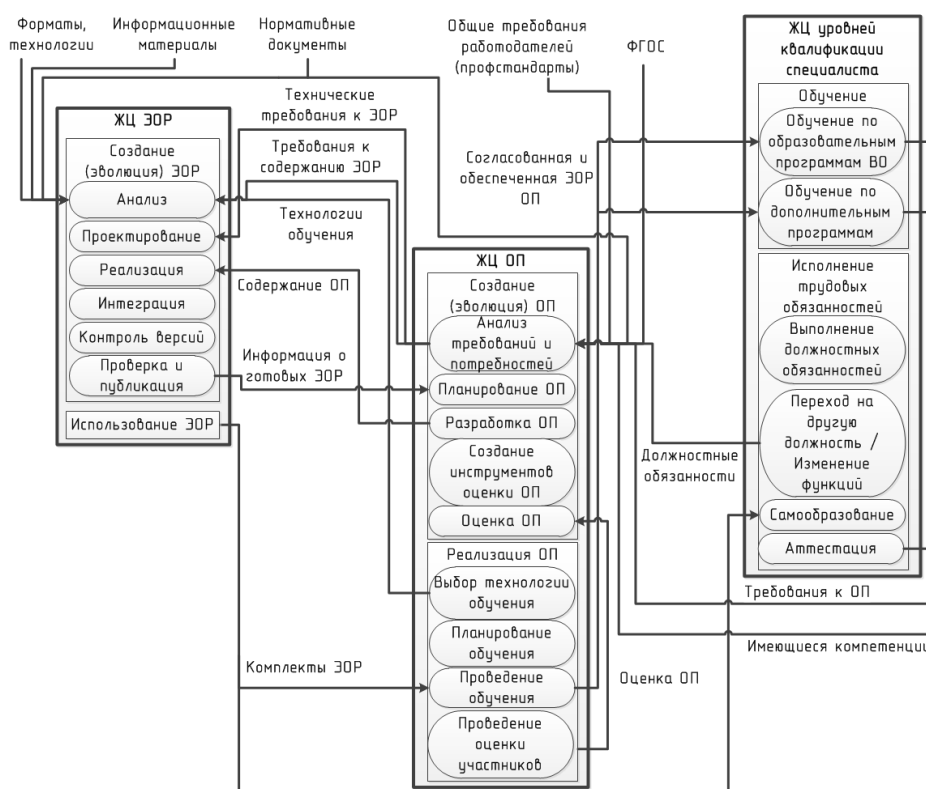


Рис. 2. Схема синхронизации жизненных циклов

Таким образом, базовым процессом непрерывного образования является синхронизация и согласование ОП, ЭОР с уровнями квалификации специалистов для реализации способов освоения новых компетенций из различных областей знаний в рамках конвергентной модели. Схема синхронизации ЖЦ

представлена на рис. 2.

Для формализации процесса синхронизации ОП, ЭОР и специалиста разработана графовая модель (рис. 3). Модель представляет ориентированный псевдограф $M=[F, S, X]$, где F – процесс синхронизации ЖЦ, S – матрица смежности, X – матрица инцидентности.

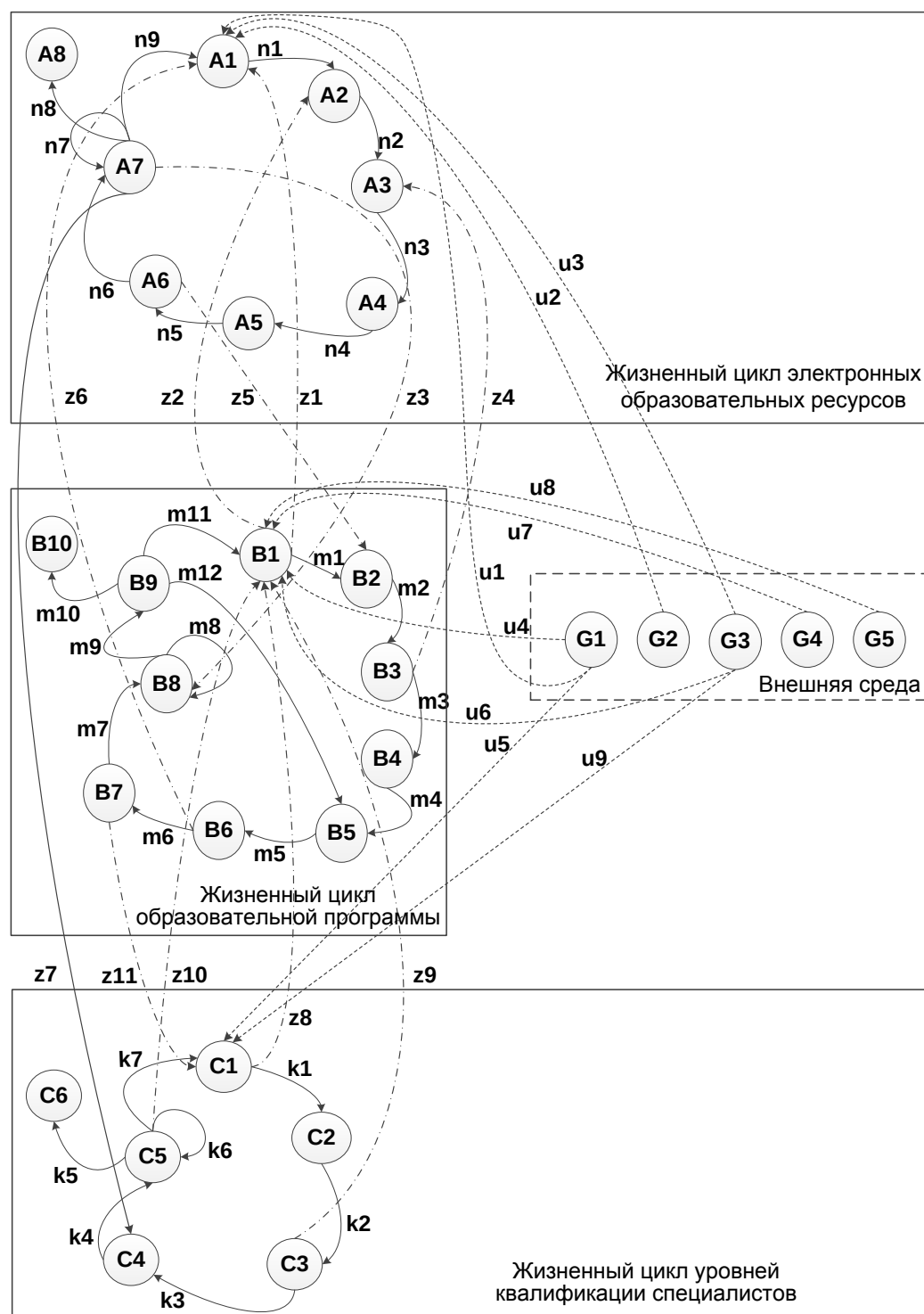


Рис. 3. Графовая модель синхронизации ЖЦ

В таблицах 1–4 представлены обозначения вершин подграфов модели синхронизации. Внутренние переходы (n, m, k) между этапами ЖЦ представле-

ны сплошными линиями, штриховые линии – внешние воздействия (u), штрихпунктирные линии – переходы между подграфами (взаимодействия ЖЦ, z). Более подробно они описаны в таблице 5.

Таблица 1 – Обозначения вершин подграфа «Жизненный цикл ЭОР»

Обозначение	Пояснение
A1	Анализ требований
A2	Проектирование
A3	Реализация
A4	Интеграция
A5	Контроль версий
A6	Проверка и публикация
A7	Использование ЭОР
A8	Вывод из эксплуатации

Таблица 2 – Обозначения вершин подграфа «Жизненный цикл ОП»

Обозначение	Пояснение
B1	Анализ требований и потребностей
B2	Планирование ОП
B3	Разработка ОП
B4	Создание инструментов оценки ОП
B5	Оценка ОП
B6	Выбор технологии обучения
B7	Организация процесса обучения
B8	Проведение обучения
B9	Проведение оценки участников
B10	Вывод ОП из эксплуатации

Таблица 3 – Обозначения вершин подграфа «Жизненный цикл уровней квалификации специалиста»

Обозначение	Пояснение
C1	Обучение (прохождение обучения)
C2	Выполнение должностных обязанностей
C3	Переход на другую должность (смена функций)
C4	Самообразование
C5	Аттестация
C6	Окончание обучения

Таблица 4 – Обозначения вершин подграфа «Внешняя среда»

Обозначение	Пояснение
G1	Форматы, технологии
G2	Информационные материалы
G3	Нормативные документы
G4	Общие требования работодателей (профстандарты)
G5	ФГОС

Таблица 5 – Обозначения связей графовой модели синхронизации ЖЦ

Обозначение	Пояснение
<i>n1 ... n9</i>	Внутренние переходы между этапами ЖЦ ЭОР
<i>m1 ... m12</i>	Внутренние переходы между этапами ЖЦ ОП
<i>k1 ... k7</i>	Внутренние переходы между этапами ЖЦ уровней квалификации специалистов
<i>u1, u4, u5</i>	Внешнее воздействие «Форматы, технологии»
<i>u2</i>	Внешнее воздействие «Информационные материалы»
<i>u3, u6, u9</i>	Внешнее воздействие «Нормативные документы»
<i>u4</i>	Внешнее воздействие «Общие требования работодателей (профстандарты)»
<i>u5</i>	Внешнее воздействие «ФГОС»
<i>z1</i>	Требования к контенту ЭОР
<i>z2</i>	Технические требования к ЭОР
<i>z3, z7</i>	Сформированные комплекты ЭОР
<i>z4</i>	Содержание ОП
<i>z5</i>	Информация о готовых комплектах ЭОР
<i>z6</i>	Выбранные технологии обучения
<i>z8</i>	Имеющиеся компетенции обучаемых
<i>z9</i>	Должностные обязанности
<i>z10</i>	Требования к ОП на основе аттестации
<i>z11</i>	Согласованная ОП, обеспеченная ЭОР

Разработанная графовая модель используется при построении архитектуры информационной образовательной среды, на ней изображены внешние и внутренние взаимодействия ЖЦ, используемые при синхронизации систем управления компонентами. Также, на основе представленной модели разработаны интегральные показатели ЖЦ и комплексная оценка синхронизации ЖЦ.

Для реализации ЖЦ ОП, ЭОР и уровней квалификации специалистов разработана унифицированная платформа ИИОС на базе интеграции систем управления контентом (CMS Alfresco) и системы управления обучением (LMS Moodle). В рамках конвергентной модели ИИОС разработано облачное хранилище образовательного контента. ИИОС является платформой для согласования и синхронизации моделей ОП, ЭОР и уровней квалификации специалистов на основе объединения системы управления ЖЦ ЭОР LCMS Alfresco, системы непрерывной подготовки LMS Moodle, системы управления обучением LAMS и подсистемы поиска и интеллектуальной обработки требований работодателей. На рис. 4 представлена детализированная информационная модель ИОС.

Компоненты предложенной ИОС были внедрены в электронную информационную образовательную среду Пензенского государственного университета. Внедрение результатов научного исследования показало снижение общей трудоёмкости процесса создания и загрузки ОП за счет: сокращения в 2 раза времени создания ОП, уменьшения времени модернизации ОП в 1,5 раза, снижения времени создания внутренней структуры ОП в 3 раза. Количественные показатели внедрения: в ЭИОС ПГУ было сформировано более 500 ОП, содержащих около 30000 учебных дисциплин по разным направлениям и уровням подготовки.

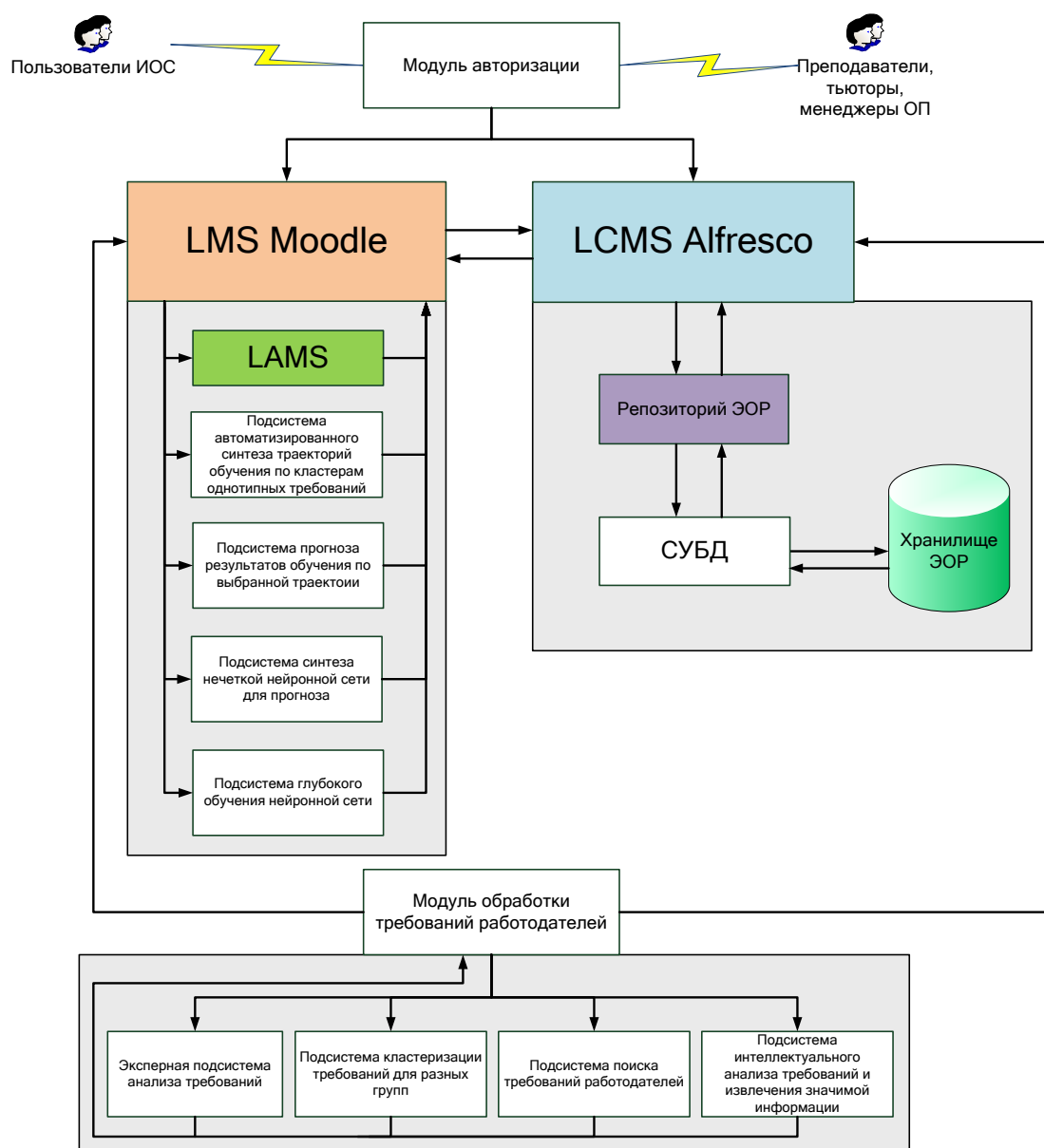


Рис. 4. Информационная модель ИОС

Заключение

В результате выполнения научной работы была разработана модель ИИОС с системой управления ЖЦ ее компонент в процессе непрерывной подготовки специалистов на основе конвергентного подхода, графовая модель и схема синхронизации ЖЦ ЭОР, ОП и уровней квалификации специалистов, методика создания, синхронизации и согласования ОП по различным направлениям подготовки.

Предложенные модели использовались при реализации ИИОС непрерывной подготовки в Пензенском государственном университете на основе интеграции системы управления ЖЦ ЭОР LCMS Alfresco, системы непрерывной подготовки LSM Moodle, системы управления обучением LAMS и подсистемы поиска и интеллектуальной обработки требований работодателей.

Разработанная платформа в настоящее время используется в Пензенском государственном университете для переподготовки специалистов, синтеза и

управления готовыми комплектами ЭОР и ОП. Внедрение разработанной программной среды позволило значительно сократить время ее наполнения электронным образовательным контентом, повысить качество образовательного контента и качество подготовки специалистов. В ходе дальнейших исследований разрабатываются интеллектуальные механизмы для оценки синхронизации и взаимодействия жизненных циклов ЭОР, ОП и уровней квалификации специалистов.

Благодарности

Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках грантов № 16-07-00031, 17-307-50010.

Литература

1. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies // Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science». 2015. Vol. 535. P. 778-792.
2. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. Models of Supporting Continuing Education of Specialists for High-Tech Sector // Knowledge-Based Software Engineering. 2014. Vol. 466. P. 100-112.
3. Программная платформа для корпоративного знания = LMS +/- LCMS? // Инструменты электронного обучения [Электронный ресурс]. 08.12.2017. – URL: <http://elearntools.blogspot.ru/2012/04/lms-lms.html> (дата обращения 08.12.2017).
4. ГОСТ Р 52653-2006 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения. - М.: Стандартинформ, 2007. - 7 с.
5. ГОСТ Р 52656-2006 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Образовательные интернет-порталы федерального уровня. Общие требования. - М.: Стандартинформ, 2007. - 7 с.
6. Ильин В. А. Электронные образовательные ресурсы. Виды, структуры, технологии // Программные продукты и системы и алгоритмы. 2014. № 1. С. 1-7.
7. Кравченко А. И. Непрерывное образование: гибкость и рост // Элитариум. Центр дополнительного образования [Электронный ресурс]. 08.12.2017. – URL: http://www.elitarium.ru/2010/09/29/nepreryvnoe_obrazovanie.html (дата обращения 08.12.2017).
8. Кривопалова И. В. Современные технологии информатизации образования // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2010. № 6. С. 1963-1965.
9. Григорьева С. С., Ефимова Е. А. Проблема оценки качества электронных методических комплексов // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. 2008. № 3. С. 39-43.

10. Сапаров К. М. К вопросу о качестве образования и методах его оценки // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. 2008. № 2. С. 77-82.
11. William H. Designing Web-Based Training: How to Teach Anyone Anything Anywhere Anytime. – John Wiley & Sons, 2000. – 640 p.
12. Конвергенция // Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. 08.12.2017. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвергенция/> (дата обращения 08.12.2017).
13. Родзин С. И., Титаренко И. Н. NBIC-технологии, искусственный интеллект и электронная культура // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2013. № 2 (13). С. 1-14.
14. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий - прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6. № 1-2. С. 13-23.
15. Финогеев А. Г., Камаев В. А., Финогеев А. А. Конвергентная модель сбора и распределенной обработки данных в системах энергетического мониторинга SCADA систем // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. 2015. № 3 (31). С. 58-75.
16. Finogeev A. G., Parygin D. S., Finogeev A. A. A convergent model for distributed processing of Big Sensor Data in urban engineering networks // Journal of Physics: Proceedings of the International Conference on Information Technologies in Business and Industry. 2017. Vol. 803. P. 1-6.
17. Finogeev A. G., Parygin D. S., Finogeev A. A. The convergence computing model for big sensor data mining and knowledge discovery // Human-centric Computing and Information Sciences. 2017. Vol. 7. P. 7-11.
18. Bainbridge M. S., Roco M. C. Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society. – N.Y.: Springer, 2005. – 390 p.
19. Финогеев А. Г. Моделирование исследование системно-синергетических процессов в информационных средах: Монография. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2004. – 223 с.
20. Roco M., Bainbridge W. Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science. – Springer, Dordrecht, 2004. – 468 p.
21. Курчатровский проект конвергентного образования // Хабрахабр [Электронный ресурс]. 08.12.2017. – URL: <http://habrahabr.ru/company/softline/blog/256703/> (дата обращения 08.12.2017).
22. Черникова Д. В., Черникова И. В. Расширение человеческих возможностей: когнитивные технологии и их риски // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 6. С. 114-119.
23. Кудашов В. И. Социальные технологии в обществе знания: когнитивные аспекты // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 4 (20). С. 58-64.
24. Finogeev A. G., Fionova L. R., Finogeev A. A., Thai Quang Vinh Learning Management System for the Development of Professional Competencies // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science». 2015. Vol. 535. P. 793-803.

25. Finogeev A. G., Fionova L. R. Elaboration of automated systems for development of professional competence // *Research Journal of Applied Sciences*. 2015. Vol. 10. P. 7-11.

References

1. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. Individualized Learning Trajectories Using Distance Education Technologies. *Creativity in Intelligent, Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*, 2015, vol. 535, pp. 778-792.
2. Deev M. V., Glotova T. V., Krevskiy I. G. Models of Supporting Continuing Education of Specialists for High-Tech Sector. *Knowledge-Based Software Engineering*, 2014, vol. 466, pp. 100-112.
3. Programmaja platforma dlja korporativnogo znanija = LMS +/- LSMS? [Software platform for corporate knowledge = LMS +/- LMS?]. *E-learning tools*, 08 December 2017. Available at: <http://elearntools.blogspot.ru/2012/04/lms-lms.html> (accessed 08 December 2017) (in Russian).
4. State Standard R 52653-2006. Information and communication technologies in education. Terms and definitions. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 7 p. (in Russian).
5. State Standard R 52656-2006. Information and communication technologies in education. Federal level educational internet-portals. General requirements. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 7 p. (in Russian).
6. Il'in V. A. Electronic educational resources. Types, structures, technologies. *Programmnye produkty i sistemy i algoritmy*, 2014, vol. 1, pp. 1-7 (in Russian).
7. Kravchenko A. I. Nepreryvnoe obrazovanie: gibkost' i rost [Kravchenko A. I. Continuing Education: Flexibility and Growth]. *Elitarium. Center for Continuing Education*, 08 December 2017. Available at: http://www.elitarium.ru/2010/09/29/nepreryvnoe_obrazovanie.html (accessed 08 December 2017) (in Russian).
8. Krivopalova I. V. Modern technologies of informatization of education. *Tamov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*, 2010, vol. 6, pp. 1963-1965 (in Russian).
9. Grigor'eva S. S., Efimova E. A. The problem of assessing the quality of electronic methodical complexes. *Caspian Journal: Management and High Technologies*, 2008, vol. 3, pp. 39-43 (in Russian).
10. Saparov K. M. On the quality of education and methods for its evaluation. *Caspian Journal: Management and High Technologies*, 2008, vol. 2, pp. 77-82 (in Russian).
11. William H. *Designing Web-Based Training: How to Teach Anyone Anything Anywhere Anytime*. John Wiley & Sons, 2000. 640 p.
12. Konvergencija [Convergence]. *Wikipedia Russia*, 08 December 2017. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Konvergencija/> (accessed 08 December 2017) (in Russian).

13. Rodzin S. I., Titarenko I. N. NBIK-technologies, artificial intelligence and electronic culture. *Informatika, vychislitel'naja tehnika i inzhenernoe obrazovanie*, 2013, vol. 2, no. 13, pp. 1-14 (in Russian).
14. Koval'chuk M. V. The convergence of science and technology is a breakthrough in the future. *Nanotechnologies in Russia*, 2011, vol. 1-2, pp. 13-23 (in Russian).
15. Finogeev A. G., Kamaev V. A., Finogeev A. A. Convergent model of collection and distributed data processing in energy monitoring systems of SCADA systems. *Caspian Journal: Management and High Technologies*, 2015, vol. 3, no. 31, pp. 58-75 (in Russian).
16. Finogeev A. G., Parygin D. S., Finogeev A. A. A convergent model for distributed processing of Big Sensor Data in urban engineering networks. *Journal of Physics: Proceedings of the International Conference on Information Technologies in Business and Industry*, 2017, vol. 803, pp. 1-6.
17. Finogeev A. G., Parygin D. S., Finogeev A. A. The convergence computing model for big sensor data mining and knowledge discovery. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 2017, vol. 7, pp. 7-11.
18. Bainbridge M. S., Roco M. C. *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*. N.Y.: Springer, 2005. 390 p.
19. Finogeev A. G. Modelirovanie issledovanie sistemno-sinergeticheskikh processov v informacionnyh sredah. Monografija [Modeling research of system-synergetic processes in information environments. Monography]. Penza, Penza State University Publ., 2004. 223 p. (in Russian).
20. Roco M., Bainbridge W. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Springer, Dordrecht, 2004. 468 p.
21. Kurchatovskij proekt konvergentnogo obrazovanija [Kurchatov's project of convergent education]. *Habrahabr*, 08 December 2017. Available at: <http://habrahabr.ru/company/softline/blog/256703/> (accessed 08 December 2017) (in Russian).
22. Chernikova D. V., Chernikova I. V. Expanding Human Capabilities: Cognitive Technologies and Their Risks. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2012, vol. 6, pp. 114-119 (in Russian).
23. Kudashov V. I. Social technologies in the knowledge society: cognitive aspects. *Tomsk State University Journal*, 2012, vol. 4, no. 20, pp. 58-64 (in Russian).
24. Finogeev A. G., Fionova L. R., Finogeev A. A., Thai Quang Vinh Learning Management System for the Development of Professional Competencies. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. Series «Communications in Computer and Information Science»*, 2015, vol. 535, pp. 793-803.
25. Finogeev A. G., Fionova L. R. Elaboration of automated systems for development of professional competence. *Research Journal of Applied Sciences*, 2015, vol. 10, pp. 7-11.

Статья поступила 22 декабря 2017 г.

Информация об авторах

Деев Михаил Викторович – аспирант кафедры «Системы автоматизированного проектирования». Пензенский государственный университет. Область научных интересов: информационные технологии в образовании, электронные и дистанционные образовательные технологии. E-mail: miqz@yandex.ru

Кравец Алла Григорьевна – доктор технических наук, профессор. Профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования и поискового конструирования». Волгоградский государственный технический университет. Область научных интересов: автоматизированное управление в сложных системах, технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем, извлечение знаний, базы данных и базы знаний. E-mail: agk@gde.ru

Финогеев Алексей Германович – доктор технических наук, профессор. Профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования». Пензенский государственный университет. Область научных интересов: информационные технологии, беспроводные сети и технологии, беспроводные сенсорные сети, SCADA системы, информационная безопасность. E-mail: alexeyfinoгеев@gmail.com

Адрес: 440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40.

Development of an information educational environment based on a convergent approach

M. V. Deev, A. G. Kravets, A. G. Finogeev

Purpose. In the article, the problems of designing a Smart Learning Environment (SLE) are considered. SLE is necessary for managing the processes of convergent education and professional development of specialists. The goal is to ensure the interaction of the components life cycles, such as electronic educational resources, educational programs and skill levels. **Methods.** The processes of convergence in education determine the competencies unity that are necessary for trainees of different specialties and skill levels. A convergent model is also proposed for the interaction of the main SLE components. **Novelty.** It involves deep integration of educational and information technologies on a single network platform. The platform includes an educational content management system, an educational management system, a training management system, a knowledge assessment system, an intellectual system for analyzing employers' requirements, a labor market forecasting system, a Web interface, etc. **Practical relevance.** SLE represents the mechanism of integration and synchronization of educational resources and training systems. It supports the convergence of electronic, mobile, cloud, mixed and ubiquitous learning technologies.

Key words: convergence, qualification, specialist, intellectual educational environment, educational program, life cycle, electronic educational resource, convergent education.

Information about Authors

Mikhail Viktorovich Deev – Postgraduate. Postgraduate student of the Department of Computer aided design systems. Penza State University. Field of research: information technologies in education, electronic and distance educational technologies. E–mail: miqz@yandex.ru

Alla Grigor'evna Kravets – D.Sc. of Engineering Sciences, Full Professor. Full Professor of the Department of Computer aided design and Search design systems. Volgograd State Technical University. Field of research: automated control in complex systems, technologies and software of distributed and high-performance computing systems, knowledge extraction, databases and knowledge bases. E–mail: agk@gde.ru

Aleksej Germanovich Finogeev – D.Sc. of Engineering Sciences, Full Professor. Full Professor of the Department of Computer aided design systems. Penza State University. Field of research: information technologies, wireless networks and technologies, wireless sensor networks, SCADA systems, information security. E–mail: alexeyfinogeev@gmail.com

Address: Russia, 440026, Penza, Krasnaja St., 40.