

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

М. В. Деев<sup>1</sup>, Л. А. Гамидуллаева<sup>1</sup>, А. Г. Финогеев<sup>1</sup>, А. А. Финогеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Пензенский государственный университет  
440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, д. 40

## Аннотация

В статье рассматриваются вопросы создания программно-инструментальных средств для управления процессами подготовки специалистов в интеллектуальной образовательной среде. Комплекс средств разрабатывается в рамках гиперконвергентной вычислительной экосистемы для поддержки технологий открытого персонализированного обучения и предназначен для настройки и адаптивной актуализации образовательных программ и контента с учетом требований федеральных стандартов и региональных рынков труда. На первом этапе инструментальные средства решают задачи поиска, сбора, консолидации и интеллектуального анализа требований к специалистам, извлекаемых с открытых источников в сети Интернет, таких как разделы с вакансиями работодателей на сайтах предприятий, кадровых агентств, бирж труда, досках объявлений, форумах, чатах, группах социальных сетей и мессенджеров. На следующем этапе реализуется процесс адаптивной настройки и синхронизации образовательных программ с учетом консолидированной информации и прогнозируемых данных о необходимых компетенциях в краткосрочной и среднесрочной перспективе в заданном регионе. Настройка образовательного процесса в открытой информационной среде происходит в ходе эволюционного перехода к конвергентной модели обучения, непрерывной актуализации образовательных программ и контента, персонализации траекторий подготовки специалистов. Конвергентная модель определяет сходимость образовательных программ и контента для разных специальностей в соответствии с процессами цифровизации всех сфер жизнедеятельности человека, что отражается в требованиях к компетенциям в профессиональных и образовательных стандартах, а также со стороны работодателей. Процессы актуализации и персонализации позволяют повысить эффективность и качество подготовки специалистов за счет снижения рисков получения некачественного и морально устаревшего образования. Архитектура системы адаптивного управления образовательной средой включает следующие компоненты: а) систему управления обучением (Learning Management System — LMS), б) систему управления образовательным контентом (Education Content Management System — ECMS), в) систему управления учебной деятельностью (Learning Activity Management System — LAMS), г) инструментальные средства поиска, сбора и анализа требований работодателей, д) облачное хранилище образовательного контента.

**Ключевые слова:** интеллектуальная образовательная среда, конвергентная модель, актуализация, персонализация, система управления обучением, система управления образовательным контентом, система анализа требований работодателей.

DOI: 10.32517/0234-0453-2021-36-4-26-35

## Для цитирования:

Деев М. В., Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. Г., Финогеев А. А. Разработка системы адаптивного управления компонентами интеллектуальной образовательной среды // Информатика и образование. 2021. № 4. С. 26–35.

**Статья поступила в редакцию:** 5 февраля 2021 года.

**Статья принята к печати:** 6 апреля 2021 года.

## Финансирование

Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках гранта № 19-013-00409-а. Результаты исследований, представленные в разделе 3, получены за счет средств Российского научного фонда (проект № 20-71-10087).

## Сведения об авторах

Деев Михаил Викторович, канд. тех. наук, зам. начальника отдела программирования и администрирования образовательных ресурсов, Центр мультимедийных технологий и онлайн обучения, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; miqz@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-0876-3566

Гамидуллаева Лейла Айваровна, доктор экон. наук, доцент, профессор кафедры «Менеджмент и экономическая безопасность», Институт экономики и управления, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; gamidullaeva@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3042-7550

Финогеев Алексей Германович, доктор тех. наук, профессор, профессор кафедры «Системы автоматизированного проектирования», факультет вычислительной техники, Политехнический институт, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; alexeyfinoeev@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4777-3364

Финогеев Антон Алексеевич, канд. тех. наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования», факультет вычислительной техники, Политехнический институт, Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия; fanton3@ya.ru; ORCID: 0000-0001-8280-1474

## 1. Введение

Современные тренды в развитии открытого и дистанционного образования диктуют необходимость цифровизации процесса подготовки специалистов с использованием интеллектуальных информационных технологий. Инновационный процесс пере-

хода к модели открытого образования базируется на принципах взаимодействия участников (администраторов, студентов и преподавателей) в единой информационно-образовательной среде. Для организации такой среды требуется мощная информационно-аналитическая платформа с поддержкой облачных технологий работы с большими данными

и механизмами адаптивной настройки программ подготовки и переподготовки специалистов с учетом новых технологических, цифровых и экономических реалий. Данные реалии охватывают все институциональные процессы на региональных рынках труда и диктуют всем участникам необходимость поиска новых моделей образовательного процесса. Такая ситуация особенно актуальна для федеральной системы образования, где в силу специфики существует значительный инерционный лаг при изменении образовательных стандартов. Однако именно образовательные учреждения должны оперативно реагировать на меняющиеся тенденции в экономике государства. Качественная подготовка востребованных специалистов обеспечивает устойчивое развитие предприятий, сохраняет их конкурентные преимущества.

Особенностями процесса обучения в открытой образовательной среде являются:

- самостоятельная работа слушателей с электронными образовательными ресурсами (e-learning) в режиме повсеместного доступа;
- дистанционная форма обучения с поддержкой онлайн-взаимодействия с преподавателями для всех видов занятий, консультаций, тестирования посредством мессенджеров и систем видеоконференций (Zoom, Skype, Google Meet и др.);
- использование мобильных систем для обучения (m-learning);
- поддержка взаимодействия в сетевых сообществах с обучающимися, преподавателями и работодателями для корректировки образовательного процесса;
- использование интернет-ресурсов и облачных технологий (cloud learning) для поиска учебно-методических материалов;
- внедрение технологий виртуальной и расширенной реальности, игровых технологий для получения практических навыков.

Информационно-образовательная среда обеспечивает поддержку горизонтальных связей между всеми участниками образовательного процесса и заинтересованными лицами. Горизонтальные связи определяют устойчивость образовательной системы, которая достигается за счет актуализации образовательных программ и контента с учетом новых требований к компетенциям специалистов со стороны работодателей. Современная ситуация в образовании характеризуется трендом к сближению требуемых компетенций для специалистов различных отраслей, что связано с развитием информационных и телекоммуникационных технологий и переходом к цифровизации всех сфер жизнедеятельности человека.

Управление процессами сближения на этапах жизненного цикла подготовки специалистов может быть реализовано в рамках конвергентной модели [1] с помощью механизма обратной связи, который представляет собой комплекс инструментальных средств для адаптивной настройки образовательной среды на основе анализа данных о состоянии региональных рынков труда [2]. При этом образовательная

среда должна строиться с учетом открытости и повсеместности обучения [3]. Это означает применение мобильных и облачных технологий для поддержки всех форм образовательного процесса. Инструментальные средства решают задачи актуализации образовательного контента, персональной настройки траекторий обучения в соответствии с меняющимися образовательными программами и требованиями работодателей.

## 2. Обзор подходов к построению информационной образовательной среды

Инновационный подход к образованию предполагает решение четырех базовых проблем:

- обеспечение персонализированного доступа к информационной среде с идентификацией и трекингом личности обучаемого;
- управление образовательными данными и электронными ресурсами;
- визуализация интерактивных обучающих материалов и ресурсов в коллективном режиме;
- погружение в среду обучения с помощью инструментов виртуальной и дополненной реальности для освоения практических навыков.

Примером синтеза персональной информационной среды является модель Smart Classroom [4]. Здесь смартфоны, умные часы и носимые RFID-метки\* пользователей используются для персонализации, определения местонахождения и оценки реакций учащихся в процессе обучения. Подход позволяет синтезировать прогностические модели поведения обучаемых для оценки их эмоциональной реакции на воздействия со стороны преподавателей и тестирующих систем с целью выбрать необходимые действия для повышения успеваемости и эффективности обучения [5].

Процесс управления образовательными данными и ресурсами тесно связан с использованием технологий сбора и анализа больших данных [6]. Инструментарий для работы с большими данными становится популярным в образовательной сфере [7, 8]. Он объединяет набор подходов, инструментов и методов для обработки структурированных и неструктурированных данных большого объема и значительного разнообразия [9]. Большие данные в образовании образуют сферу деятельности, в которой внимание уделяется анализу образовательного процесса [10]. Например, анализ больших данных применяется для мониторинга и прогнозирования успеваемости студентов [11]. Особое место занимает поддержка прозрачности, конфиденциальности, персонализированного доступа, минимизации неблагоприятных воздействий и т. д. [12]. Анализ образовательного процесса включает операции измерения, сбора, анализа и представления данных о контингенте обучаемых, оптимизации и персонализации процесса обучения [13].

\* RFID — Radio Frequency Identification — радиочастотная идентификация.

Открытая информационная среда становится виртуальным пространством, где можно учиться и преподавать в любом месте и в любое время [14]. Режим онлайн-обучения реализуется посредством систем видеоконференций (Zoom, Google Meet, Skype и т. п.), а также с помощью мессенджеров и инструментария социальных сетей. Многие учебные заведения создают свои разработки для дистанционной работы, представления мультимедийных ресурсов для подготовки и оценки знаний и компетенций [15]. Для открытого доступа к учебным курсам независимо от места проживания и статуса обучающегося реализуется концепция MOOC (MOOC, Massive Open Online Course — массовый открытый онлайн-курс). Платформы обучения на основе MOOC, такие как Coursera, Edx, Udacity, MiriadaX и ITBombayX, каждый год набирают большое количество студентов. Благодаря облачным и веб-технологиям стоимость контента для MOOC снижается, что позволяет провайдером предоставлять его бесплатно [16].

Исследования в области создания среды для подготовки специалистов ведутся в направлении перехода от традиционных форм образовательного процесса к смешанным формам электронного, мобильного и облачного обучения. Важной задачей здесь является внедрение технологий виртуальной и дополненной реальности для получения практических навыков [17]. В работе [18] определяется база для использования инструментов дополненной реальности. Положения и взаимодействие обучаемых и исследуемых объектов в такой среде реализуются с помощью датчиков RFID и GPS [19].

Внедрение и использование технологий искусственного интеллекта также является трендом в развитии образования. В работе [20] рассмотрены проблемы реализации интеллектуальных образовательных систем и обмена знаниями по организации и применению таких систем. В статье [21] приведены характеристики интеллектуального обучения и основные проблемы, которые необходимо преодолеть при разработке образовательных сред. В статье [22] подробно рассмотрены адаптивные обучающие системы нового поколения. В статье [23] дано определение интеллектуального образования и представлена его концептуальная основа. Авторы рассматривают особенности интеллектуальных образовательных сред и представляют собственную архитектуру такой среды. В работе [24] определение и критерии интеллектуальной образовательной среды представлены в рамках развития технологий повсеместного обучения. Здесь предлагается платформа для развития компонентов интеллектуальных обучающих сред и поддержки онлайн-образования. В статье [25] подробно рассматриваются примеры использования информационных и коммуникационных технологий для интеллектуальных образовательных сред. Типовой фреймворк для разработки умной образовательной платформы предложен в работе [26]. Умная система включает интеллектуальный и интерактивный контент, средства персонализации

процесса образования [27]. Особенности являются возможность адаптивной настройки на уровень подготовки обучающегося и реализация функционала анализа процесса обучения.

В качестве умных компонентов образовательной среды могут использоваться интеллектуальные доски [28], умные классы [29], RFID- и NFC-узлы\*, сенсорные датчики и другие устройства интернета вещей [30]. Для организации работы такой среды с множеством устройств требуется масштабируемая телекоммуникационная и вычислительная инфраструктура, которая представляет собой гиперконвергентную экосистему [31]. Другие проблемы разработки и применения образовательных платформ описаны в статье [32]. В работе [33] исследуются технологические и социальные ограничения, которые являются фактором внедрения подобных механизмов интеллектуального образования.

### 3. Конвергенция, актуализация и персонализация процесса обучения

Технологии открытого и дистанционного образования приводят к тому, что среда обучения выходит за рамки учебных заведений. Подготовка специалистов в такой среде требует совершенствования образовательного процесса в направлениях:

- перехода к конвергентной модели образования;
- актуализации образовательных программ и контента;
- персонализации процесса подготовки специалистов.

Конвергенцией принято называть сближение (схождение) свойств и признаков различных процессов и явлений в результате взаимопроникновения и функционирования сложных систем в определенных условиях [34]. **Конвергентная модель образовательного процесса** заключается в сходимости образовательных траекторий разных специальностей в соответствии со сближающимися требованиями профессиональных стандартов и работодателей. В частности, переход к цифровой экономике привел к тому, что набор компетенций специалистов разных профессий должен включать компетенции из области информационно-телекоммуникационных и вычислительных технологий. Результатом является сближение образовательных программ, создание единого контента, применение схожих методов и технологий обучения для специалистов. Концепция конвергенции поддерживает интеграцию образовательных ресурсов и технологий в информационно-образовательной среде.

Следующим направлением является **актуализация образовательных программ и контента**. Она необходима, чтобы успевать за изменениями в обществе, отвечать новым требованиям к специалистам. Обоснованность актуализации определяется измене-

\* RFID-узел — узел радиочастотной идентификации; NFC-узел — Near Field Communication — узел коммуникации ближнего поля.

ниями в компетентностных требованиях профессиональных и образовательных стандартов и работодателей. Результатом является модернизация образовательных программ и контента для снижения рисков получения некачественного и морально устаревшего образования. Задача актуализации решается после появления новых стандартов, их изменения, после изменения требований к компетенциям со стороны работодателей. В ходе актуализации решаются задачи синхронизации моделей жизненных циклов образовательных программ и контента для освоения новых компетенций.

Основные проблемы актуализации включают:

- нечеткость или невозможность формулировки требуемых компетенций со стороны работодателей;
- дифференциация в формулировках знаний, умений и навыков как составных частей компетенций;
- нехватка квалифицированных специалистов на региональных рынках труда;
- отсутствие необходимых компетенций в образовательных программах региональных учебных заведений;
- динамика изменений требований реального сектора экономики к знаниям специалистов;
- временная задержка между появлением новых требований к компетенциям и внесением изменений в образовательные программы и контент;
- необходимость бюрократического согласования вносимых изменений с профильными министерствами и ведомствами, с требованиями стандартов.

Информация о компетенциях для актуализации может быть найдена в открытых интернет-источниках, таких как разделы с вакансиями на сайтах предприятий, кадровых агентств, бирж труда, досках объявлений, на форумах, в чатах и группах социальных сетей и мессенджеров, в RSS (Rich Site Summary) рассылках и т. д. В связи с огромным количеством возможных информационных источников в интернете для мониторинга и анализа данных именно здесь востребованы технологии больших данных и интеллектуального анализа [35].

**Персонализированная подготовка специалистов** представляет собой способ проектирования и реализации образовательного процесса, в котором обучаемый выступает субъектом учебной деятельности [36]. В основе модели персонализации обучения лежит гипотеза о том, что образовательный процесс будет более эффективным при ориентации на индивидуальные особенности обучаемого. Обучаемый имеет возможность планирования образовательных траекторий, выбора учебных целей, управления временем и скоростью усвоения знаний, отбора заданий и способов их решения, выбора индивидуального или группового обучения и т. д. Процесс персонализации обучения реализуется в образовательной среде посредством синтеза индивидуальных траекторий и подбора образовательных ресурсов с учетом

уровня квалификации и особенностей обучаемых. В качестве примера цифровой платформы для реализации персонализированного обучения отметим российскую разработку «СберКласс», созданную специалистами акционерного общества «Сбербанк» в рамках программы «Цифровая платформа персонализированного обучения для школы». Платформа реализует технологию персонализированного обучения, которая позволяет создавать для учащихся индивидуальные траектории, а также автоматически отслеживать успехи и проблемы учеников, используя элементы искусственного интеллекта.

#### 4. Компоненты интеллектуальной образовательной среды

**Интеллектуальная образовательная среда** представляет совокупность взаимодействующих между собой аппаратных и программных средств, которые реализуют технологии сбора, обработки, интеллектуального анализа и предиктивной аналитики больших образовательных данных. Для организации среды разрабатывается платформа в виде гиперконвергентной вычислительной экосистемы, в рамках которой функционируют инструментальные средства для актуализации образовательного контента, синхронизации жизненных циклов образовательных программ, адаптивной настройки и персонализации образовательных траекторий.

**Экосистема включает:**

- вычислительные средства центра обработки данных;
- средства сбора, обработки и загрузки данных в облачное хранилище;
- инструментальные средства интеллектуального и предиктивного анализа больших образовательных данных, включая требования образовательных стандартов и работодателей;
- интеллектуальные средства персонализации процесса подготовки специалистов, адаптивной настройки и актуализации образовательных программ;
- экспертную подсистему для анализа собранных образовательных данных;
- мобильные приложения для работы с ресурсами информационно-образовательной среды и средствами проактивного мониторинга и управления процессом обучения;
- подсистему генерации отчетов и визуализации результатов процесса мониторинга;
- службы информационной безопасности, средства администрирования и мониторинга функционирования компонент интеллектуальной образовательной среды.

Инструментальные средства предназначены для сбора, обработки и анализа больших данных, управления процессами обучения, модернизации электронных образовательных ресурсов, синтеза персонализированных траекторий обучения, адаптивной настройки образовательных программ, оценки качества подготовки специалистов.

Архитектура экосистемы создается на базе модульных решений, которые подключаются по мере необходимости. Мощность экосистемы варьируется за счет горизонтальной масштабируемости и интеграции автономных модулей, а функционал обеспечивается программными агентами.

**Основными компонентами экосистемы являются:**

- **Система управления обучением (*Learning Management System — LMS*)**. Это основной компонент, который используется для управления элементами информационного образовательного пространства, настройки траекторий подготовки специалистов, синтеза индивидуальной обучающей среды с учетом уровня квалификации обучаемого и т. д.
- **Система управления образовательным контентом (*Education Content Management System — ECMS*)**. Данный компонент решает задачи представления и управления электронными образовательными ресурсами (контентом). Общепринятым представлением обучающих ресурсов является веб-контент, что позволяет создавать образовательные ресурсы с помощью систем управления контентом, используя известные технологии, как, например, PHP и JavaScript. Система менеджмента и публикации образовательного контента в разрабатываемой экосистеме строится на базе CMS Alfresco.
- **Система управления учебной деятельностью (*Learning Activity Management System — LAMS*)**. Данный компонент необходим для поддержки административных процессов в учебных заведениях, оптимизации документооборота и других составляющих организационной деятельности управленческого персонала.
- **Система поиска, сбора и интеллектуального анализа требований работодателей в открытых источниках сети Интернет**. Данный компонент реализует аналитические технологии работы с большими данными и необходим для оперативной коррекции траекторий подготовки специалистов с поддержкой процесса актуализации образовательных программ и контента.
- **Система хранения образовательного контента в облачном хранилище и обеспечения доступа к электронным образовательным ресурсам, инструментальным средствам и т. п.**

Компоненты решают задачи автоматизации процесса подготовки специалистов в рамках модели информационно-образовательного пространства (см. рис. на с. 31).

Для управления жизненными циклами образовательных программ и ресурсов, настройки и коррекции траекторий персонализированного обучения оптимальным решением является использование функционала системы управления обуче-

нием [37]. Главная задача состоит в автоматизации административных аспектов образовательного процесса, которые включают регистрацию и контроль доступа пользователей к функциям и учебному контенту, составление отчетности, управление преподавательскими ресурсами. Для студентов обеспечиваются: доступ к учебно-методическому контенту через веб-портал, выбор курсов, использование дополнительных материалов, возможность промежуточного и итогового тестирования. Система обеспечивает интеграцию компонентов учебного процесса, таких как лекционные видеокурсы, практические занятия, лабораторные работы, тесты, средства совместной работы, ссылки на внешние материалы и т. п.

Для управления подготовкой специалистов в качестве системы выбрана LMS Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). После анализа базового функционала проведено расширение функционала системы, выполнены наполнение учебно-методическим контентом, настройка групповых политик и регистрация пользователей. Структура хранилища LMS Moodle включает категории и курсы. Учебный контент размещается непосредственно в курсах. Категории объединяют курсы согласно тематике. В курсе используется набор инструментария для поддержки образовательного процесса: анкеты, лекции, опросы, форумы, тесты, гиперссылки, книги, SCORM-пакеты, файлы и др. Для импорта категорий и электронных курсов в систему разработаны скрипты, реализующие технологию REST (Representational State Transfer) запросов. Скрипты представляют классы на языке PHP. В качестве входных данных используются структура папок и файлы учебных планов. Папки импортируются, как вложенные категории. Результатом импорта образовательного контента является структура обучающих категорий для навигации в информационно-образовательном пространстве и структура курсов внутри категории, разбитых по годам и семестрам обучения.

Для публикации в интернете учебно-методических материалов реализована система управления образовательным контентом на базе тиражируемой системы управления контентом CMS (Content Management System) Alfresco. Система служит инструментом для управления жизненными циклами электронных образовательных ресурсов, а также обеспечивает возможности для доработки и оптимизации информационно-образовательной среды. Для поддержки и управления жизненными циклами образовательного контента разработаны дополнительные программные средства (веб-скрипты и дашлеты).

В качестве механизма обратной связи для настройки информационно-образовательной среды выступает система сбора, консолидации и интеллектуального анализа требований работодателей. Данный компонент включает совокупность инструментов, обеспечивающих сбор и обработку больших данных в сети Интернет.

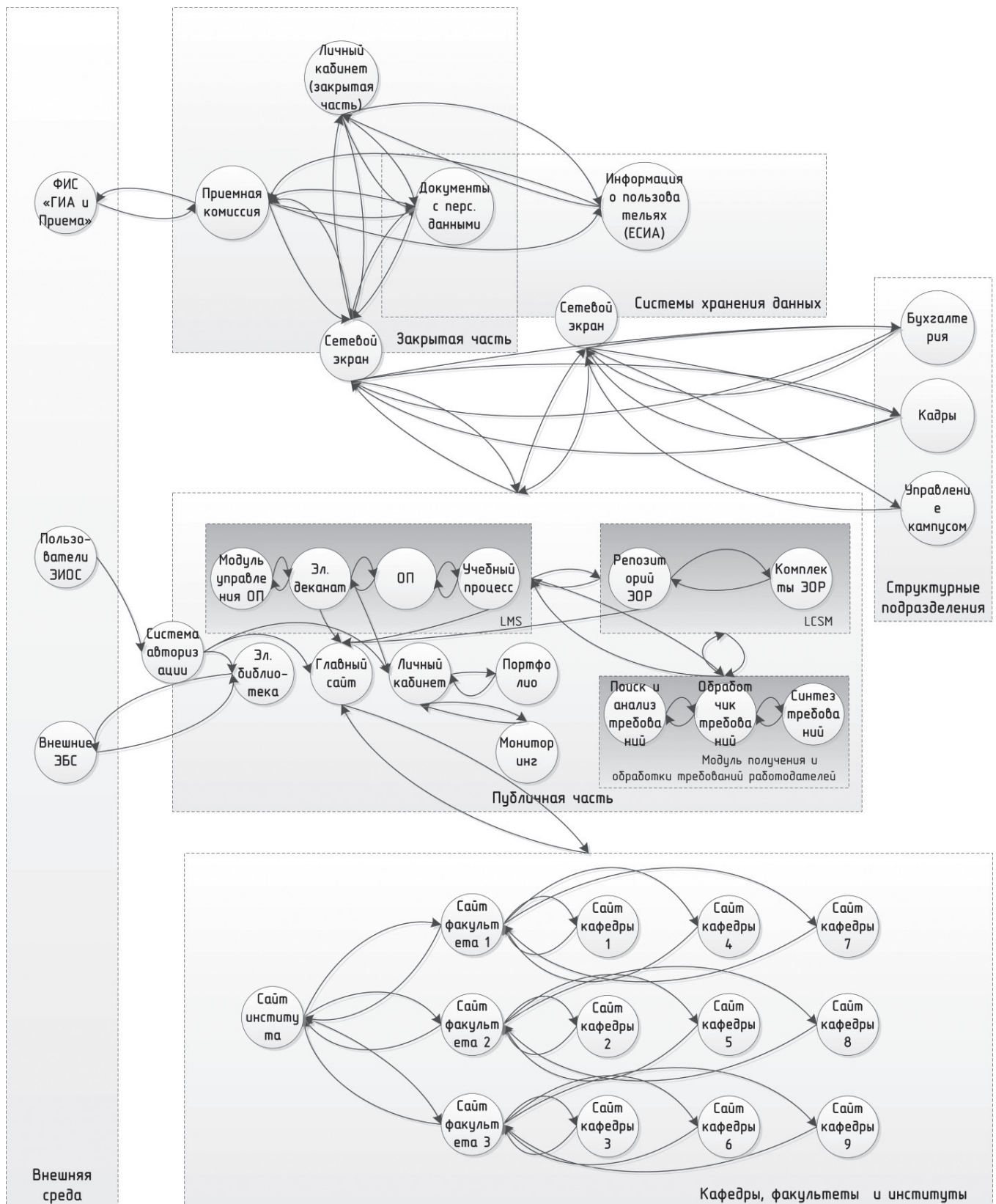


Рис. Модель информационно-образовательного пространства

## 5. Заключение

Эволюционный процесс развития технологий обучения и подготовки специалистов идет в направлении становления конвергентной модели образова-

ния. Парадигмой модели является тренд к сходимости траекторий обучения для специалистов разных отраслей в связи с внедрением информационных, телекоммуникационных, цифровых и интеллектуальных технологий в производство и другие сферы

жизнедеятельности человека. Открытая информационно-образовательная среда с интеллектуальными механизмами актуализации и персонализации процесса подготовки специалистов становится платформой конвергентного образования. Предложенные модели и методы учитывают спектр внешних требований к образовательным программам и электронным ресурсам. Проблема управления образовательными процессами в информационной среде решается путем синхронизации и актуализации образовательных программ и контента с настройкой на меняющиеся требования стандартов и работодателей.

Результатами исследований является синтез методов управления и инструментальных средств для адаптивной настройки процесса подготовки специалистов путем модернизации образовательных программ и контента с учетом требований к компетенциям со стороны работодателей. Процесс актуализации позволяет снизить дестабилизирующие факторы получения некачественного и морально устаревшего образования, а следовательно, риски подготовки невостребованных специалистов на региональных рынках труда. Анализ исследований в данной области показал, что существует проблема получения специалистами ненужных компетенций, так как учебные заведения не могут быстро менять образовательные программы и контент. Также актуальной является необходимость управления процессами персонализации образовательных траекторий для специалистов разных сфер деятельности с учетом требований образовательных стандартов и работодателей. Методы и инструментальные средства информационно-образовательной экосистемы рассматриваются как платформа для реализации данного процесса.

В качестве примера внедрения методов и инструментальных средств отметим опыт Пензенского государственного университета. Разработка экосистемы для управления образовательным процессом и информационно-образовательной среды реализуется в вузе с 2015 года. Образовательный контент размещается посредством LMS Moodle в облачном хранилище. В экосистеме реализованы электронный деканат для управления программами дистанционного обучения в высших учебных заведениях, а также механизмы онлайн-контроля и мониторинга работы студентов в информационно-образовательном пространстве.

#### Список использованных источников

1. *Finogeev A., Gamidullaeva L., Bershadsky A., Fionova L., Deev M., Finogeev A.* Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education // *Education and Information Technologies*. 2020. Vol. 25. P. 11–30. DOI: 10.1007/s10639-019-09903-5
2. *Hussin A. A.* Education 4.0 made simple: Ideas for teaching // *International Journal of Education & Literacy Studies*. 2018. Vol. 6. No. 3. P. 92–98. DOI: 10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92
3. *Elhoseny H., Elhoseny M., Abdelrazek S., Riad A. M., Hassanien A. E.* Ubiquitous smart learning system for smart cities // *Proc. Eighth Int. Conf. on Intelligent Computing and Information Systems*. IEEE, 2017. P. 329–334. DOI: 10.1109/INTELCIS.2017.8260058
4. *Liu S., Chen Y., Huang H., Xiao L., Hei X.* Towards smart educational recommendations with reinforcement learning in classroom // *Proc. Int. Conf. on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering*. IEEE, 2018. P. 1079–1084. DOI: 10.1109/TALE.2018.8615217
5. *Soltanpoor R., Yavari A.* CoALA: Contextualization framework for smart learning analytics // *Proc. 37th Int. Conf. on Distributed Computing Systems Workshops*. IEEE, 2017. P. 226–231. DOI: 10.1109/ICDCSW.2017.58
6. *Kellen V., Recktenwald A., Burr S.* Applying Big Data in higher education: A case study. 2013. <https://www.cutter.com/article/applying-big-data-higher-education-case-study-400836>
7. *Murumba J., Micheni E.* Big Data analytics in higher education: A review // *The International Journal of Engineering and Science*. 2017. Vol. 6. Is. 6. P. 14–21. DOI: 10.9790/1813-0606021421
8. *Huda M., Maseleno A., Atmotiyoso P., Siregar M., Ahmad R., Jasmi K. A., Muhamad N. H. N.* Big Data emerging technology: Insights into innovative environment for online learning resources // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 2018. Vol. 13. No. 1. P. 23–36. <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6990>
9. *Eynon R.* The rise of Big Data: what does it mean for education, technology, and media research? // *Learning, Media and Technology*. 2013. Vol. 38. Is. 3. P. 237–240. DOI: 10.1080/17439884.2013.771783
10. *Wilder-James E.* Defining Big Data // *Forbes*. 2014. <https://www.forbes.com/sites/edddumbill/2014/05/07/defining-big-data/>
11. *Khan S. U., Bangash S. A. K., Khan K. U.* Learning analytics in the era of big data: A systematic literature review protocol // *Proc. Int. Symposium on Wireless Systems and Networks*. IEEE, 2018. P. 1–7. DOI: 10.1109/ISWSN.2017.8250033
12. *Long P., Siemens G.* Penetrating the fog: Analytics in learning and education // *Educause Review*. 2011. Vol. 46. Is. 5. P. 31–40. <https://er.educause.edu/articles/2011/9/penetrating-the-fog-analytics-in-learning-and-education>
13. *Muthukrishnan S. M., Yasin N. B. M., Govindasamy M.* Big data framework for students' academic performance prediction: A systematic literature review // *Proc. Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics*. IEEE, 2018. P. 376–382. DOI: 10.1109/ISCAIE.2018.8405502
14. *Maseleno A., Sabani N., Huda M., Ahmad R., Jasmi K. A., Basiron B.* Demystifying learning analytics in personalised learning // *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7. No. 3. P. 1124–1129. DOI: 10.14419/ijet.v7i3.9789
15. *Martin A. L., Thawabieh F. A.* The role of Big Data management and analytics in higher education // *Business, Management and Economics Research*. 2017. Vol. 3. Is. 7. P. 85–91. <https://ideas.repec.org/a/arp/bmerar/2017p85-91.html>
16. *Hussein H. S., Elsayed M., Mohamed U. S., Esmail H., Mohamed E. M.* Spectral efficient spatial modulation techniques // *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 1454–1469. DOI: 10.1109/access.2018.2885826
17. *Khalid F., Ali A. I., Ali R. R., Bhatti M. S.* AREd: Anatomy learning using augmented reality application // *Proc. Int. Conf. on Engineering and Emerging Technologies*. IEEE, 2019. P. 1–6. DOI: 10.1109/CEET1.2019.8711843
18. *Aguilar J., Sánchez M., Cordero J., Valdiviezo-Díaz P., Barba-Guamán L., Chamba-Eras L.* Learning analytics tasks as services in smart classrooms // *Universal Access in the Information Society*. 2018. Vol. 17. P. 693–709. DOI: 10.1007/s10209-017-0525-0
19. *Verma P., Sood S. K., Kalra S.* Smart computing based student performance evaluation framework for engineering education // *Computer Applications in Engineering Education*. 2017. Vol. 25. Is. 6. P. 977–991. DOI: 10.1002/cae.21849

20. *Lister P. J.* A smarter knowledge commons for smart learning // *Smart Learning Environments*. 2018. Vol. 5. Is. 8. DOI: 10.1186/s40561-018-0056-z
21. *Gros B.* The design of smart educational environments // *Smart Learning Environments*. 2016. Vol. 3. Is. 15. DOI: 10.1186/s40561-016-0039-x
22. *Essa A.* A possible future for next generation adaptive learning systems // *Smart Learning Environments*. 2016. Vol. 3. Is. 16. DOI: 10.1186/s40561-016-0038-y
23. *Zhu Z.-T., Yu M.-H., Riezebos P.* A research framework of smart education // *Smart Learning Environments*. 2016. Vol. 3. Is. 4. DOI: 10.1186/s40561-016-0026-2
24. *Huang G.-J.* Definition, framework and research issues of smart learning environments — a context-aware ubiquitous learning perspective // *Smart Learning Environments*. 2014. Vol. 1. Is. 4. DOI: 10.1186/s40561-014-0004-5
25. *Price J. K.* Transforming learning for the smart learning environment: lessons learned from the Intel education initiatives // *Smart Learning Environments*. 2015. Vol. 2. Is. 16. DOI: 10.1186/s40561-015-0022-y
26. *Al-Majeed S., Mirtskhulava L., Al-Zubaidy S.* Smart education environment system // *Computer Science and Telecommunications*. 2014. Vol. 4. P. 21–26. <http://eprints.glos.ac.uk/6014/>
27. *Vesin B., Mangaroska K., Giannakos M.* Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system // *Smart Learning Environments*. 2018. Vol. 5. Is. 24. DOI: 10.1186/s40561-018-0071-0
28. *Yushendri J., Rindani F., Cristhian A. A., Dewi Agushinta R.* Design the Smart Board system in ubiquitous computing for teaching and learning process // *Proc. Int. Conf. on Science in Information Technology*. IEEE, 2015. P. 89–94. DOI: 10.1109/ICSITech.2015.7407783
29. *Li-Shing H., Jui-Yuan S., Tsang-Long P.* A context aware smart classroom architecture for smart campuses // *Applied Sciences*. 2019. Vol. 9. Is. 9. P. 1837. DOI: 10.3390/app9091837
30. *Shapsough S., Hassan M., Shapsough S. E., Zuolkernan I. A.* IoT technologies to enhance precision and response time of mobile-based educational assessments // *Proc. Int. Conf. on Computational Science and Computational Intelligence*. IEEE, 2016. P. 202–205. DOI: 10.1109/CSCI.2016.0045
31. *Kassab M., DeFranco J., Voas J.* Smarter Education // *IT Professional*. 2018. Vol. 20. Is. 5. P. 20–24. DOI: 10.1109/MITP.2018.053891333
32. *Bagheri M., Movahed S. H.* The effect of the internet of things (IoT) on education business model // *Proc. 12th Int. Conf. on Signal Image Technology and Internet-Based Systems*. IEEE, 2016. P. 435–441. DOI: 10.1109/SITIS.2016.74
33. *Moreira F., Ferreira M. J., Cardoso A.* Higher education disruption through IoT and Big Data: A conceptual approach // *Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems. Proc. 4th Int. Conf. Cham: Springer*, 2017. P. 389–405. DOI: 10.1007/978-3-319-58509-3\_31
34. *Bainbridge W. S.* Managing nano-bio-info-cogno innovations: Converging technologies in society. Springer Netherlands, 2006. 378 p.
35. *Daniel B.* Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges // *British Journal of Educational Technology*. 2014. Vol. 46. Is. 5. P. 904–920. DOI: 10.1111/bjet.12230
36. *Personalized learning: A working definition* // *EducationWeek*. 2014. <https://www.edweek.org/technology/personalized-learning-a-working-definition/2014/10>
37. *Finogeev A. G., Kravets A. G., Deev M. V., Bershadsky A. M., Gamidullaeva L. A.* Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment // *Smart Learning Environments*. 2018. Vol. 5. Is. 9. P. 1–14. DOI: 10.1186/s40561-018-0055-0

## DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR ADAPTIVE CONTROL OF THE COMPONENTS OF AN INTELLIGENT EDUCATIONAL ENVIRONMENT

M. V. Deev<sup>1</sup>, L. A. Gamidullaeva<sup>1</sup>, A. G. Finogeev<sup>1</sup>, A. A. Finogeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Penza State University*  
440026, Russia, Penza, ul. Krasnaya, 40

### Abstract

The article discusses the issues of creating software and tools for managing the processes of training specialists in an intellectual educational environment. The complex of tools is being developed as part of a hyper-converged computing ecosystem to support open personalized learning technologies and is designed to customize and adaptively update educational programs and content, taking into account the requirements of federal standards and regional labor markets. At the first stage, the tools solve the problems of searching, collecting, consolidating and intelligent analysis of requirements for specialists extracted from open sources on the Internet, such as sections with employers' vacancies on the websites of enterprises, recruitment agencies, labor exchanges, message boards, forums, chats, groups of social networks and messengers. At the next stage, the process of adaptive adjustment and synchronization of educational programs is implemented, taking into account the consolidated information and predicted data on the required competencies in the short and medium term in a given region. Setting up the educational process in an open information environment occurs during the evolutionary transition to a convergent learning model, continuous updating of educational programs and content, personalization of training trajectories. The convergent model determines the convergence of educational programs and content for different specialties in accordance with the digitalization processes of all spheres of human life, which is reflected in the requirements for competencies in professional and educational standards, as well as on the part of employers. The processes of actualization and personalization make it possible to increase the efficiency and quality of training specialists by reducing the risks of obtaining a low-quality and morally obsolete education. The architecture of the adaptive management system of the educational environment includes the following components: a) Learning Management System (LMS), b) Education Content Management System (ECMS), c) Learning Activity Management System (LAMS), d) tools for searching, collecting and analyzing employers' requirements, e) cloud storage of educational content.

**Keywords:** intelligent educational environment, convergent model, actualization, personalization, learning management system, education content management system, employers' requirements analysis system.

**DOI:** 10.32517/0234-0453-2021-36-4-26-35

**For citation:**

Deev M. V., Gamidullaeva L. A., Finogeev A. G., Finogeev A. A. Razrabotka sistemy adaptivnogo upravleniya komponentami intellektual'noj obrazovatel'noj sredy [Development of a system for adaptive control of the components of an intelligent educational environment]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2021, no. 4, p. 26–35. (In Russian.)

**Received:** February 5, 2021.

**Accepted:** April 6, 2021.

**Acknowledgments**

The results of this work were obtained with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of grant No. 19-013-00409-a. The research results presented in Section 3 were obtained at the expense of the Russian Science Foundation (project No. 20-71-10087).

**About the authors**

**Mikhail V. Deev**, Candidate of Sciences (Engineering), Deputy Head of the Department of Programming and Administration of Educational Resources, Center for Multimedia Technologies and Online Learning, Penza State University, Penza, Russia; miqz@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-0876-3566

**Lejla A. Gamidullaeva**, Doctor of Sciences (Economy), Docent, Professor at the Department "Management and Economic Security", Institute of Economics and Administration, Penza State University, Penza, Russia; gamidullaeva@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3042-7550

**Alexey G. Finogeev**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor at the Department of Computer Automated Design Systems, Faculty of Computer Engineering, Polytechnic Institute, Penza State University, Penza, Russia; alexeyfinogeev@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4777-3364

**Anton A. Finogeev**, Candidate of Sciences (Engineering), Assistant Professor at the Department of Computer Automated Design Systems, Faculty of Computer Engineering, Polytechnic Institute, Penza State University, Penza, Russia; fanton3@ya.ru; ORCID: 0000-0001-8280-1474

**References**

1. Finogeev A., Gamidullaeva L., Bershadsky A., Fionova L., Deev M., Finogeev A. Convergent approach to synthesis of the information learning environment for higher education. *Education and Information Technologies*, 2020, vol. 25, p. 11–30. DOI: 10.1007/s10639-019-09903-5
2. Hussin A. A. Education 4.0 made simple: Ideas for teaching. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 2018, vol. 6, no. 3, p. 92–98. DOI: 10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92
3. Elhoseny H., Elhoseny M., Abdelrazek S., Riad A. M., Hassanien A. E. Ubiquitous smart learning system for smart cities. *Proc. Eighth Int. Conf. on Intelligent Computing and Information Systems*. IEEE, 2017, p. 329–334. DOI: 10.1109/INTELCIS.2017.8260058
4. Liu S., Chen Y., Huang H., Xiao L., Hei X. Towards smart educational recommendations with reinforcement learning in classroom. *Proc. Int. Conf. on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering*. IEEE, 2018, p. 1079–1084. DOI: 10.1109/TALE.2018.8615217
5. Soltanpoor R., Yavari A. CoALA: Contextualization framework for smart learning analytics. *Proc. 37th Int. Conf. on Distributed Computing Systems Workshops*. IEEE, 2017, p. 226–231. DOI: 10.1109/ICDCSW.2017.58
6. Kellen V., Recktenwald A., Burr S. Applying Big Data in higher education: A case study. 2013. Available at: <https://www.cutter.com/article/applying-big-data-higher-education-case-study-400836>
7. Murumba J., Micheni E. Big Data analytics in higher education: A review. *The International Journal of Engineering and Science*, 2017, vol. 6, is. 6, p. 14–21. DOI: 10.9790/1813-0606021421
8. Huda M., Maselena A., Atmotiyoso P., Siregar M., Ahmad R., Jasmi K. A., Muhamad N. H. N. Big Data emerging technology: Insights into innovative environment for online learning resources. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2018, vol. 13, no. 1, p. 23–36. Available at: <https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/6990>
9. Eynon R. The rise of Big Data: what does it mean for education, technology, and media research?. *Learning, Media and Technology*, 2013, vol. 38, is. 3, p. 237–240. DOI: 10.1080/17439884.2013.771783
10. Wilder-James E. Defining Big Data. *Forbes*, 2014. Available at: <https://www.forbes.com/sites/edddum-bill/2014/05/07/defining-big-data/>
11. Khan S. U., Bangash S. A. K., Khan K. U. Learning analytics in the era of big data: A systematic literature review protocol. *Proc. Int. Symposium on Wireless Systems and Networks*. IEEE, 2018, p. 1–7. DOI: 10.1109/ISWSN.2017.8250033
12. Long P., Siemens G. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *Educause Review*, 2011, vol. 46, is. 5, p. 31–40. Available at: <https://er.educause.edu/articles/2011/9/penetrating-the-fog-analytics-in-learning-and-education>
13. Muthukrishnan S. M., Yasin N. B. M., Govindasamy M. Big data framework for students' academic performance prediction: A systematic literature review. *Proc. Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics*. IEEE, 2018, p. 376–382. DOI: 10.1109/IS-CAIE.2018.8405502
14. Maselena A., Sabani N., Huda M., Ahmad R., Jasmi K. A., Basiron B. Demystifying learning analytics in personalised learning. *International Journal of Engineering & Technology*, 2018, vol. 7, no. 3, p. 1124–1129. DOI: 10.14419/ijet.v7i3.9789
15. Martin A. L., Thawabieh F. A. The role of Big Data management and analytics in higher education. *Business, Management and Economics Research*, 2017, vol. 3, is. 7, p. 85–91. Available at: <https://ideas.repec.org/a/arp/bmerar/2017p85-91.html>
16. Hussein H. S., Elsayed M., Mohamed U. S., Esmail H., Mohamed E. M. Spectral efficient spatial modulation techniques. *IEEE Access*, 2019, vol. 7, p. 1454–1469. DOI: 10.1109/access.2018.2885826
17. Khalid F., Ali A. I., Ali R. R., Bhatti M. S. ARED: Anatomy learning using augmented reality application. *Proc. Int. Conf. on Engineering and Emerging Technologies*. IEEE, 2019, p. 1–6. DOI: 10.1109/CEET1.2019.8711843
18. Aguilar J., Sánchez M., Cordero J., Valdiviezo-Díaz P., Barba-Guamán L., Chamba-Eras L. Learning analytics tasks as services in smart classrooms. *Universal Access in the Information Society*, 2018, vol. 17, p. 693–709. DOI: 10.1007/s10209-017-0525-0
19. Verma P., Sood S. K., Kalra S. Smart computing based student performance evaluation framework for engineering

education. *Computer Applications in Engineering Education*, 2017, vol. 25, is. 6, p. 977–991. DOI: 10.1002/cae.21849

20. Lister P. J. A smarter knowledge commons for smart learning. *Smart Learning Environments*, 2018, vol. 5, is. 8. DOI: 10.1186/s40561-018-0056-z

21. Gros B. The design of smart educational environments. *Smart Learning Environments*, 2016, vol. 3, is. 15. DOI: 10.1186/s40561-016-0039-x

22. Essa A. A possible future for next generation adaptive learning systems. *Smart Learning Environments*, 2016, vol. 3, is. 16. DOI: 10.1186/s40561-016-0038-y

23. Zhu Z.-T., Yu M.-H., Riezebos P. A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 2016, vol. 3, is. 4. DOI: 10.1186/s40561-016-0026-2

24. Huang G.-J. Definition, framework and research issues of smart learning environments — a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 2014, vol. 1, is. 4. DOI: 10.1186/s40561-014-0004-5

25. Price J. K. Transforming learning for the smart learning environment: lessons learned from the Intel education initiatives. *Smart Learning Environments*, 2015, vol. 2, is. 16. DOI: 10.1186/s40561-015-0022-y

26. Al-Majeed S., Mirtskhulava L., Al-Zubaidy S. Smart education environment system. *Computer Science and Telecommunications*, 2014, vol. 4, p. 21–26. Available at: <http://eprints.glos.ac.uk/6014/>

27. Vesin B., Mangaroska K., Giannakos M. Learning in smart environments: user-centered design and analytics of an adaptive learning system. *Smart Learning Environments*, 2018, vol. 5, is. 24. DOI: 10.1186/s40561-018-0071-0

28. Yushendri J., Rindani F., Cristhian A. A., Dewi Agushinta R. Design the Smart Board system in ubiquitous computing for teaching and learning process. *Proc. Int. Conf. on Science in Information Technology*. IEEE, 2015, p. 89–94. DOI: 10.1109/ICSITech.2015.7407783

29. Li-Shing H., Jui-Yuan S., Tsang-Long P. A context aware smart classroom architecture for smart campuses. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9, is. 9, p. 1837. DOI: 10.3390/app9091837

30. Shapsough S., Hassan M., Shapsough S. E., Zualkernan I. A. IoT technologies to enhance precision and response time of mobile-based educational assessments. *Proc. Int. Conf. on Computational Science and Computational Intelligence*. IEEE, 2016, p. 202–205. DOI: 10.1109/CSCI.2016.0045

31. Kassab M., DeFranco J., Voas J. Smarter Education. *IT Professional*, 2018, vol. 20, is. 5, p. 20–24. DOI: 10.1109/MITP.2018.053891333

32. Bagheri M., Movahed S. H. The effect of the internet of things (IoT) on education business model. *Proc. 12th Int. Conf. on Signal Image Technology and Internet-Based Systems*. IEEE, 2016, p. 435–441. DOI: 10.1109/SITIS.2016.74

33. Moreira F., Ferreira M. J., Cardoso A. Higher education disruption through IoT and Big Data: A conceptual approach. *Learning and Collaboration Technologies. Novel Learning Ecosystems. Proc. 4th Int. Conf.* Cham, Springer, 2017, p. 389–405. DOI: 10.1007/978-3-319-58509-3\_31

34. Bainbridge W. S. Managing nano-bio-info-cogno innovations: Converging technologies in society. Springer Netherlands, 2006. 378 p.

35. Daniel B. Big Data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 2014, vol. 46, is. 5, p. 904–920. DOI: 10.1111/bjet.12230

36. Personalized learning: A working definition. *EducationWeek*, 2014. Available at: <https://www.edweek.org/technology/personalized-learning-a-working-definition/2014/10>

37. Finogeev A. G., Kravets A. G., Deev M. V., Bershadsky A. M., Gamidullaeva L. A. Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment. *Smart Learning Environments*, 2018, vol. 5, is. 9, p. 1–14. DOI: 10.1186/s40561-018-0055-0

## НОВОСТИ

### Сергей Кириенко поддержал идею создания Российского цифрового сообщества

22 мая 2021 года в рамках 25-го юбилейного Российского интернет-форума (РИФ) состоялась закрытая встреча «ИТ-суббота без галстуков» с участием первого заместителя руководителя Администрации Президента России Сергея Кириенко.

Мероприятие вел Алексей Гореславский, бывший замглавы управления Президента по общественным проектам, генеральный директор АНО «Диалог».

Главными темами обсуждения стали итоги РИФ 2021, а также отраслевые и государственные инициативы в области высоких технологий. В мероприятии приняли участие: Максут Шадаев (Министерство связи, цифрового развития и массовых коммуникаций РФ), Алексей Гореславский (АНО «Диалог»), Алексей Комиссаров (АНО «Россия — страна возможностей»), Сергей Плуготаренко (РАЭК — Российская ассоциация электронных технических компаний), представители российских ИТ-компаний и общественных организаций.

Участники встречи обсудили идею создания Российского цифрового сообщества (союза), направленного на консолидацию, поддержку и развитие ИТ-специалистов внутри страны. Данная инициатива была ранее озвучена в рамках РИФ. Предложение было одобрено Сергеем Кириенко, подчеркнувшим необходимость учета реальных потребностей ИТ-специалистов, получения от них обратной связи и оперативного реагирования на существующие проблемы отрасли.

«Сам факт такого постоянного диалога будет означать серьезный рост значимости ИТ-сферы в жизни страны, повысит статус специалистов данной сферы. В этой связи важно определить роли всех участников — государства, государственных институтов развития, бизнеса, общественных организаций и непосредственно самих ИТ-специалистов», — отметил Сергей Кириенко.

Директор РАЭК Сергей Плуготаренко отметил, что интернет-отрасль хочет и дальше развивать диалог с государством, заявлять свою позицию, вырабатывать общие решения.

«ИТ-сообщество состоялось. Это давно не маленькая тусовка странных ребят, уткнувшихся в компьютеры. Это большой коллектив, у которого есть беспокойства, запросы и предложения по законодательным инициативам. Важно, что мы говорим не про ИТ-компанию, а именно про людей с разными должностями и квалификациями, но всех их объединяет единая сфера деятельности», — сказал Сергей Плуготаренко.

Российский интернет-форум проходил с 19 по 22 мая в Подмоскowie. Форум объединил в себе насыщенную конференционную программу, в которой участвовали более 300 спикеров из топ-компаний Рунета, выставку и фестиваль. Организатор РИФ — Ассоциация электронных коммуникаций. Форум проходил при поддержке Министерства связи, цифрового развития и массовых коммуникаций РФ.

(По материалам CNews)