

УДК 378:004.942

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СХОДИМОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ КОНВЕРГЕНТНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ

Деев М.В., Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Гамидуллаева Л.А.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Пенза, e-mail: miqz@yandex.ru,
alexeyfinozeev@gmail.com, fanton3@ya.ru, e-mail: gamidullaeva@gmail.com

В статье рассмотрены вопросы анализа учебных программ и материалов с целью последующего синтеза и исследования моделей образовательного контента и метода оценки сходимости его компонент в плане внедрения и реализации элементов конвергентного подхода в сфере образования. Конвергентный подход определяется современной тенденцией к цифровизации и интеллектуализации всех процессов жизнедеятельности человека, что приводит к сходимости образовательных траекторий разных специальностей, требований профессиональных стандартов и работодателей, к сближению образовательных программ и образовательного контента, применению схожих методов и технологий обучения для специалистов. Результаты моделирования и исследования применяются для адаптивной настройки персональной информационно-образовательной среды в процессе подготовки специалистов разных предметных областей в рамках конвергентной модели образования. Основой персонализации траекторий обучения является актуализация образовательных программ и ресурсов с учетом требований реальных секторов современной инновационной и цифровой экономики. Процесс моделирования заключается в представлении электронных образовательных ресурсов в виде графовых моделей для их сравнительного анализа (бенчмаркинга) с целью решения задачи поиска и выделения изоморфных частей, определяющих схожие части образовательного контента. Следующими этапами являются автоматизированный синтез персонализированной обучающей среды по результатам поиска в сети Интернет схожих образовательных ресурсов, актуализация их в соответствии с требованиями работодателей, согласование и синхронизация с действующими в конкретном учебном заведении моделями образовательных программ. Завершающим этапом является интеграция актуализированного конвергентного контента в открытое информационно-образовательное пространство и реализация процесса подготовки специалистов.

Ключевые слова: методика оценки, образовательный контент, конвергенция, интеллектуальная образовательная среда, модель обучения

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE CONVERGENCE OF EDUCATIONAL CONTENT AND REQUIREMENTS OF EMPLOYERS FOR A CONVERGENT LEARNING MODEL

Deev M.V., Finogeev A.G., Finogeev A.A., Gamidullaeva L.A.

Penza State University, Penza, e-mail: miqz@yandex.ru, alexeyfinozeev@gmail.com,
fanton3@ya.ru, e-mail: gamidullaeva@gmail.com

The article deals with the analysis of educational programs and materials for the purpose of subsequent synthesis and research of models of educational content and a method for assessing the convergence of its components in terms of the implementation and implementation of elements of a convergent approach in education. The results of modeling and research are used for adaptive adjustment of the personal information and educational environment in the process of training specialists in different subject areas within the framework of a convergent education model. The basis for the personalization of learning trajectories is the updating of educational programs and resources, taking into account the requirements of the real sectors of the modern innovative and digital economy. The modeling process consists in presenting electronic educational resources in the form of graph models for their comparative analysis (benchmarking) in order to solve the problem of finding and highlighting isomorphic parts that determine similar parts of educational content. The next stages are the automated synthesis of a personalized learning environment based on the results of searching on the Internet for similar educational resources, updating them in accordance with the requirements of employers, coordinating and synchronizing with the models of educational programs that are in force in a particular educational institution. The final stage is the integration of updated converged content into an open information and educational space and the implementation of the process of training specialists.

Keywords: assessment methodology, educational content, convergence, intelligent educational environment, learning model

Научно-технический прогресс и эволюционное развитие промышленности в рамках четвертой индустриальной революции привело к стадии повсеместной цифровизации социально-экономических процессов в обществе и использования технологий искусственного интеллекта. Это подчеркивает необходимость внедрения интеллектуальных и цифровых технологий в сферу

образования [1]. Элементы искусственного интеллекта могут быть использованы для адаптивного управления процессом актуализации электронных образовательных ресурсов (контента) и программ обучения с настройкой на требования рынка труда и инновационной экономики.

В последнее время также развивается концепция открытого электронного обуче-

ния с использованием интернет-технологий, мобильной связи, облачных ресурсов для обеспечения повсеместного онлайн-доступа к образовательным ресурсам [2]. Фактически информационная среда обучения становится открытой и выходит за границы аудиторий [3]. Подготовка специалистов в такой среде требует модернизации существующих подходов к обучению. Следует отметить тенденцию сближения (сходимости) подходов к подготовке специалистов из разных предметных областей, что указывает на переход к модели конвергентного образования. Открытая информационно-образовательная среда с интеллектуальными механизмами актуализации контента и персонализации процесса подготовки специалистов является основным инструментарием в плане внедрения концепции конвергентного образования [4].

Актуализация образовательных программ и контента необходима, чтобы успевать за изменениями в обществе, отвечать новым требованиям к специалистам в условиях цифровизации процессов жизнедеятельности человека. Целью является повышение квалификации и/или переподготовки специалистов после получения среднего специального или высшего образования в учебных заведениях с учетом новых требований работодателей к их компетенциям. В ходе научно-технического прогресса, интеллектуализации и цифровизации производства, отказа от старых производственных технологий происходит быстрое старение образовательного контента. Обучение по устаревшим программам приводит к невозможности получения необходимых компетенций и, следовательно, к росту рисков невостребованности выпускников учебных заведений на рынке труда [5]. Для снижения рисков необходим систематический и постоянный мониторинг требований инновационной экономики, работодателей и рынка труда в целом на предмет выявления производственных трендов, а также учет новых требований при разработке и модернизации образовательных программ и ресурсов. Для поиска и сбора информации из открытых источников сети Интернет возможно применение поисковых роботов [6].

Конвергенция – процесс интеграции традиционных и новых образовательных систем и технологий, который сопровождается дублированием образовательного контента и/или созданием альтернативных онлайн-площадок в открытой среде. Оценкой степени конвергенции будем считать степень изоморфизма графовых моделей образовательного контента.

В статье рассматриваются вопросы анализа учебных программ и образовательного контента для оценки степени сходимости его компонент. Цель исследования заключается в разработке модели образовательного контента и метода оценки его сходимости в плане адаптивной настройки персональной информационно-образовательной среды для подготовки специалистов разных предметных областей в рамках конвергентной модели образования с учетом требований реального сектора экономики.

Материалы и методы исследования

Конвергенцией принято называть сближение (схождение) свойств и признаков различных процессов и явлений в результате взаимопроникновения и функционирования сложных систем в определенных условиях [7]. Интеграция социальных, когнитивных и информационных технологий в системе открытого образования позволяет говорить о новой конвергентной модели образовательного процесса. Когнитивные и социальные технологии в образовании представляют собой методы стимулирования познавательных способностей обучающихся. Для реализации модели конвергентного образования необходимо создать информационно-образовательную среду с интеллектуальными методами управления процессом подготовки специалиста. Среда должна поддерживать методологию интегрированного обучения STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics). Методология позволяет применять ряд новых подходов к получению знаний на основе единой платформы, которая способствует освоению схожих компетенций в разных предметных областях знаний. Эволюция процесса подготовки специалистов идет в направлении перехода к конвергентной модели образования [8].

Модель конвергентного образования включает ряд уровней в зависимости от сферы приложения, а именно:

а) уровень технологической конвергенции для синхронизации и согласования образовательных технологий;

б) уровень учебно-методической конвергенции для синхронизации и согласования образовательных программ и контента разных специальностей и дисциплин;

в) уровень профессиональной конвергенции для синхронизации и согласования компетенций различных видов профессиональной деятельности согласно требованиям реального сектора экономики и стандартов;

г) уровень системной конвергенции для синхронизации и согласования рабо-

ты разных систем в единой образовательной среде, таких как системы управления образовательным контентом (learning content management system – LCMS), системы управления обучением (learning management system – LMS), системы управления учебной деятельностью (learning activity management system – LAMS);

д) уровень социально-когнитивной конвергенции для синхронизации и согласования когнитивных и социальных технологий в целях стимулирования познавательных способностей при подготовке специалистов для инновационной деятельности.

Фактически конвергентный подход к обучению заключается в обеспечении 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 образовательного контента, применение схожих методов и технологий обучения для специалистов. Модель конвергентного образования определяет сближение компетенций, обозначенных в профессиональных и образовательных стандартах, с учетом требований работодателей. Концепция конвергенции в образовании требует интеграции образовательных ресурсов и технологий в единой информационно-образовательной среде с интеллектуальными механизмами синтеза персонализированных траекторий обучения и мониторинга приобретаемых компетенций с возможностью адаптивной настройки процесса обучения на меняющиеся внешние факторы. К таким факторам относятся, например, смена должности, изменение трудовых функций, появление и внедрение инновационных и цифровых технологий и т.п. Поэтому специалистам в процессе обучения может потребоваться получение новых компетенций, что связано с актуализацией образовательных программ и контента в процессе управления их жизненными циклами.

Постановка задачи оценки сходимости образовательных ресурсов

Образовательный контент является иерархической структурой, которая состоит из связанных разделов, тем и понятий. Поэтому его легко представить в виде множества графовых моделей. Преподаватели разных учебных заведений фактически ра-

ботают по единым образовательным стандартам и часто создают или используют похожие электронные образовательные ресурсы в учебном процессе. Таким образом, в открытом информационном пространстве размещается множество схожих ресурсов, которые могут использоваться для подготовки специалистов. Одной из задач перехода к конвергентной модели является поиск, анализ и интеграция множества схожих ресурсов в единую открытую образовательную среду. Ее также можно представить в виде графовой модели контента, которая имеет похожие (изоморфные) подграфы связанных тем и разделов. Таким образом, задача оценки степени схожести образовательных ресурсов сводится к задаче поиска и определения изоморфных подграфов.

Под изоморфизмом образовательного контента будем понимать тождественность и идентичность его частей, изучаемых в разных дисциплинах для различных специальностей. Процесс выделения изоморфных подграфов в графе образовательной среды G заключается в определении подграфа, который изоморфен некоторому эталонному графу H . Задача является обобщением задачи о максимальной клике графа и является NP-полной. Для решения задачи используется алгоритмический метод типизации. Он заключается в разбиении общей графовой модели контента на части с минимизацией тождественных (изоморфных) подграфов, которые в дальнейшем будут служить компонентами в процессе синтеза нового ресурса.

Таким образом, необходимо найти разбиение графа G на множество групп $Q = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_r\}$ изоморфных подграфов, удовлетворяющих следующим условиям:

- любые два подграфа G_{ij} и G_{im} , принадлежащие произвольной группе разбиения Q_i должны быть изоморфны;
- множества вершин любых двух подграфов разбиения не должны пересекаться;
- число вершин любого подграфа не должно превышать заданное (ограничение на число изучаемых тем);
- суммарное число внешних ребер каждого подграфа не должно превышать заданное (ограничение на число связанных тем).

Оценкой степени сходства образовательных ресурсов является число полученных подграфов. Критерием сходимости будет максимальное число изоморфных подграфов для графовых моделей ресурсов. Все ресурсы ранжируются по данному критерию, и максимально конвергентные ресурсы отбираются в качестве универсального контента для подготовки специалистов по разным направлениям.

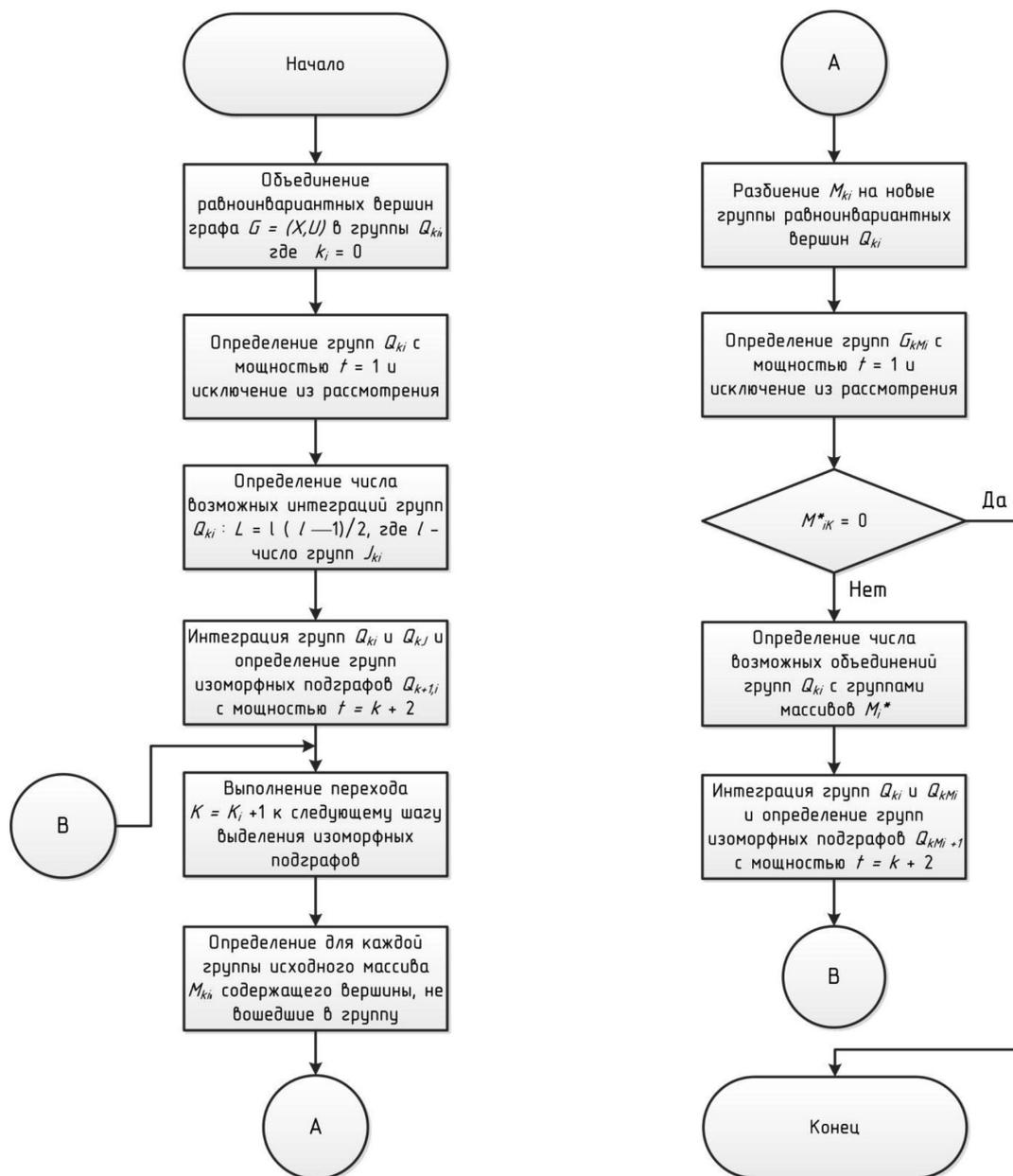


Схема алгоритма определения изоморфизма графовых моделей для оценки конвергентности образовательного контента

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследований был разработан алгоритмический метод определения изоморфизма графовых моделей образовательного контента, который включает следующие шаги (рисунок).

1. Объединяются равноинвариантные вершины графа $G = (X, U)$ в группы Q_{k_i} , где k – шаг выделения изоморфных подграфов, начальный шаг $k_i = 0$.

2. Определяются группы Q_{k_i} с мощностью $t = 1$ и исключаются из рассмотрения.

3. Определяется число возможных интеграций групп $Q_{k_i} : L = 1(l - 1)/2$, где l – число групп J_{k_i} .

4. Интегрируются группы Q_{k_i} и Q_{k_j} и определяются группы изоморфных подграфов $Q_{k+1,i}$ с мощностью $t = k + 2$. Для выделения изоморфных подграфов выбирается максимальное число одинаковых и не нулевых элементов подматрицы $R[Q_{k_i} \setminus Q_{k_j}]$ матрицы связности R графа, расположенных

в ее разных строках и столбцах. Подматрица расположена на пересечении строк, соответствующих вершинам x_i принадлежащим Q_p , и столбцов, соответствующих вершинам x_j , принадлежащим Q_j .

5. Далее выполняется переход $K = K_i + 1$ к следующему шагу выделения изоморфных подграфов.

6. Для каждой группы определяется исходный массив M_{ki} , содержащий вершины, не вошедшие в группу.

7. Выполняется разбиение M_{ki} на новые группы равноинвариантных вершин Q_{ki} , аналогично пункту 1.

8. Выполняется пункт 2 и найденные группы G_{kMi} с мощностью $t = 1$ исключаются из рассмотрения.

9. Для выделенного множества M^* проверяется условие, что множество M^{*iK} не равно 0. Если условие не выполняется, то дальнейшее наращивание изоморфных подграфов невозможно, так как отсутствуют равноинвариантные вершины, и работа алгоритма завершается.

10. В противном случае определяется число возможных объединений групп Q_{ki} с группами массивов M_i^* . Каждая группа Q_{ki} интегрируется с группами Q_{kMi} исходного массива M^{*iK} .

11. Выполняется интеграция групп Q_{ki} и Q_{kMi} и определяются группы изоморфных подграфов Q_{kMi+1} с мощностью $t = k + 2$.

12. Выполняется переход к пункту 6, и шаги повторяются до тех пор, пока множество M^{*iK} не станет нулевым.

Интеграция изоморфных частей контента в единую среду представляет переход к конвергентной модели образовательного пространства. Процесс обеспечивает минимизацию затрат на создание актуализированных образовательных ресурсов, повышает качество и эффективность контента в плане реализации конвергентного подхода к образованию. После синтеза конвергентной модели на этапе верификации решается задача синхронизации и согласования с программами обучения для настройки персонализированной образовательной среды и траекторий подготовки специалистов. Система автоматизированного синтеза универсального образовательного контента из множества схожих образовательных ресурсов, определенных путем выделения изоморфных частей, реализована на базе системы управления web-контентом CMS Alfresco.

Заключение

Разработанные модели и метод оценки сходимости образовательного контента применяются для синтеза конвергентной модели образовательной среды, актуализации и адаптации учебных программ и ресурсов. Следует отметить, что применение метода значительно снижает затраты, требуемые для модернизации электронных образовательных ресурсов и программ согласно требованиям инновационной экономики. Дальнейшие исследования в данной области направлены на внедрение и глубокую интеграцию методики в рамках построения интеллектуальной образовательной среды (Smart learning environment).

Результаты работы получены при финансовой поддержке РФФИ в рамках грантов № 19-013-00409-а, 18-010-00204-а. Результаты исследований получены за счет средств Российского научного фонда (проект № 20-71-10087).

Список литературы

1. Алексанков А.М. Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт // Культура и безопасность. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <http://sec.chgik.ru/chetvertaya-promyishlennaya-revolutsiya-i-modernizatsiya-obrazovaniya-mezhdunarodnyiy-opyit-2/> (дата обращения: 01.11.2020).
2. Chao R. Educating for the fourth industrial revolution. University World News, 10. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20171107123728676> (дата обращения: 01.11.2020).
3. Емельянов А.А., Власова Е.А. Актуализация образовательных программ и планирование подготовки преподавателей // Высшее образование в России. 2009. № 1. С. 100–111.
4. Herr D.J.C., Akbar B., Brummet, J. Convergence education – an international perspective. J. Nanopart Res. 2019. V. 21. P. 229. DOI: 10.1007/s11051-019-4638-7.
5. Лукша П. Выращивая глобальные образовательные экосистемы будущего // Present5. [Электронный ресурс]. URL: <http://present5.com/vyrashhivaya-globalnyeobrazovatelnye-ekosistemy-budushhego-pavel-luksha-direktor/> (дата обращения: 01.11.2020).
6. Печников А.А., Чернобровкин Д.И. Адаптивный краулер для поиска и сбора внешних гиперссылок // УБС. 2012. № 36. С. 301–315.
7. Деев М.В., Финогеев А.Г., Финогеев А.А., Колесников И.Н. Создание и практическая реализация концепции непрерывного управления жизненным циклом электронных образовательных ресурсов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019. 7(4). С. 44–45. DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.036.
8. Deev M., Finogeev A., Gamidullaeva L., Bershadsky A., Kravets A. Life-cycle management of educational programs and resources in a smart learning environment. Smart Learning Environments. 2018. [Электронный ресурс]. URL: <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-018-0055-0>. DOI: 10.1186/s40561-018-0055-0 (дата обращения: 01.11.2020).