

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация.** Рассматривается возможность использования цифровых двойников человека в образовательных учреждениях высшего профессионального образования. Формируются требования к моделям, входящим в состав цифровых двойников обучаемого, преподавателя, коллектива преподавателей. Для построения моделей предлагается использовать графы знаний. Указывается на необходимость создания онтологий соответствующих предметных областей, которые могут быть построены на основе спецификаций требований к соответствующим специалистам. Использование предлагаемого подхода позволяет выйти на решение таких задач как формулировка требований к образовательным программам, автоматизация построения образовательных траекторий, выполнение проверки целостности образовательных программ, определение требования к дополнительной подготовке специалистов.*

Ключевые слова: подготовка инженерных кадров; цифровые двойники человека; компетентностный подход; графы знаний

Цифровизация общества невозможна без наличия эффективной подготовки кадров. Цифровизированная система образования, в частности, высшего технического образования, должна быть органической подсистемой цифрового общества. В настоящее время современные системы образования и производственные системы относительно слабо связаны между собой. При этом заметно существенное отставание системы образования в плане цифровизации, особенно в плане управления требованиями к содержанию технического образования. Особенно остро это проблема стоит в таких быстро трансформирующихся областях как инфокоммуникационные технологии, где требуется готовить кадры с учетом стремительно меняющихся потребностей. Основной причиной является значительно более скромное финансирование системы образования по сравнению с производственными системами, что в свою очередь, требует интенсификации работ по совершенствованию процесса формирования и управления образовательным контентом. Еще одной, а может быть и ключевой проблемой, является относительно слабая связь между предлагаемым в высшей школе образовательным контентом и реальными потребностями производственной сферы. Таким образом, одной из ключевых проблем, стоящих перед высшей школой является ее более эффективная интеграция в цифровое общество.

Современное цифровое общество можно представить как социо-кибер-физическую систему (СКФС), построенную по принципу системы систем [1], состоящую из людей, коллективов людей, и природных сущностей, разного рода виртуальных сущностей и физических сущностей, а также системы.

В настоящее время в качестве действенного средства интеграции гетерогенных элементов в систему являются цифровые двойники (ЦД), в частности ЦД человека (ЦДЧ) и коллективов людей [1], по оценкам Гартнер групп ЦД являются одним из перспективных направлений развития информационных технологий.

Наиболее общим и широко используемым определением ЦД является определение, предложенное в 2020 году Digital Twin Consortium, в соответствии с которым данный термин определяется как "Цифровой двойник – это виртуальное представление объектов и процессов реального мира, синхронизированное с заданной частотой и точностью".

Выход на новый уровень сложности кибер-физических систем и переход к СКФС связан, в частности, с включением в их состав человека и групп людей. Формально человека как элемент СКФС можно рассматривать как большую и сверхсложную систему [4], являющуюся элементом системы систем [2], систему, о структуре и механизмах функционирования которой имеется ограниченная информация. Очевидно, что построить более-менее полную модель такой системы в обозримом будущем невозможно. В [1] для решения этой проблемы предлагается использовать концепцию глобального ЦД, в соответствии с которой ЦДЧ определяется как сумма всей хранящейся в цифровом

виде информации и прогнозных знаний, касающихся конкретного человека, т.е. предлагается использовать систему доменно-ориентированных моделей.

Термин ЦДЧ используется в различных науках и понимается несколько по-разному в зависимости от контекста применения [1]. ЦДЧ могут быть построены в терминах разных групп атрибутов, таких как физические характеристики (биомеханические, антропометрические характеристики, травмы), физиологические характеристики (температура тела, давление, частота сердечных сокращений, мышечное напряжение, состояние мозга), психосоциальные характеристики (стресс, мотивация), перцептивные характеристики (температурная чувствительность, зрительная чувствительность, слуховая чувствительность), эмоциональные характеристики (страх, гнев, стыд, печаль, зависть), ментальные характеристики (умственные способности, уровень образования, опыт, навыки, рабочая нагрузка). Следует заметить, что это далеко не полный список.

В настоящее время ЦДЧ используются в таких областях как производство, медицина, спорт, образование и др. [1]. Сферу образования можно считать одной из перспективных областей применения ЦДЧ, где в основу составляют компетентностные модели.

Сам термин "компетенция" обычно определяют как "знания, умения, навыки, модели поведения и личностные характеристики, при помощи которых достигается требуемый результат", а компетентность, определяется как множество компетенций, которые исполнитель должен иметь для выполнения профессиональной деятельности. Компетенции могут быть поведенческими, техническими или лидерскими.

Следует заметить, что компетентностный подход активно используется не только в системе образования, но и в системах управления персоналом. В последние годы это понятие все более активно используется при построении интеллектуальных систем, в частности систем гибридного интеллекта, где используются как ЦДЧ, так и интеллектуальные агенты.

Основные требования, предъявляемые к компетентностным моделям; возможность описывать текущие компетентностные состояния обучаемого, групп обучаемых, преподавателя и коллектива преподавателя с учетом уровня компетенций, возможность описывать требования, предъявляемые к претенденту на некоторую вакансию, возможность описывать процесс обучения как бизнес-процесс, направленный на достижение требуемого компетентностного состояния, возможность автоматического построения компетентностных моделей, возможность выполнять запросы к компетентностным моделям с использованием существующих запросов.

Для построения компетентностных моделей представляется целесообразным использовать графовые модели. Это могут быть либо графы знаний [3], либо графы свойств [4]. Графы знаний более простые, а графы свойств имеют более широкие возможности. Кроме того, принципиально наличие онтологий предметных областей. В противном случае компетентностные модели не могут быть построены. Онтологии могут быть построены на базе квалификационных требований, предъявляемых к конкретным специалистам. Здесь возникает еще одна проблема, которая состоит в том, что онтологии, которыми пользуются образовательное учреждение и потенциальные работодатели, могут различаться. В этом случае возникает проблема слияния онтологий. Для определения уровней компетенций можно воспользоваться таксономией Блюма.

Использование предлагаемого подхода позволяет выйти на решение следующих задач: формулировка требований к образовательным программам, автоматизация построения образовательных траекторий, выполнение проверки целостности образовательных программ, проверка возможностей коллектива преподавателей реализовать ту или иную образовательную программу, сформулировать требования к кандидату при занятии определенной вакансии, определить требования к дополнительной подготовке специалистов.

Список литературы:

1. Iris Gräßler, Günter W. Maier, Eckhard Steffen and Daniel Roesmann The Digital Twin of Humans An Interdisciplinary Concept of Digital Working Environments in Industry 4.0 <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26104-6> Springer Nature Switzerland AG 2023.

2. Gary S. Metcalf , Kyoichi Kijima, Hiroshi Deguchi (Editors) Handbook of Systems Sciences Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021.

3. Fensel D., Şimşek U., Angele K. et al. Knowledge Graphs Methodology, Tools and Selected Use Cases. Springer Nature, Switzerland. 2020 – 156 p.

4. Gary Chartrand, Cooroo Egan, Ping Zhan. How to Label a Graph. Springer Nature Switzerland AG, 2019 pp. 102–132.

A. A. Andreeva, V. A. Ananyeva, A. A. Vodiahov, N. A. Zhukova

Towards the use of human digital twins in the training of engineering personnel

Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract. The possibility of using digital human twins in educational institutions of higher professional education is being considered. Requirements are being formed for the models that are part of the digital twins of the student, the professor, and the teaching staff. It is proposed to use knowledge graphs to build such models. It is pointed out that it is necessary to create ontologies of relevant subject areas, which can be built on the basis of boards of knowledge for the proper subject domains. The use of the proposed approach allows solve such tasks as formulating requirements curriculums, automating the construction of educational trajectories, checking the integrity of curriculum, and determining requirements for additional training of specialists.

Keywords: training of engineering personnel; digital human twin; competence based approach; knowledge graphs