

**Воденко Константин Викторович**  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,  
г. Новочеркасск, Российская Федерация  
[vodenkok@mail.ru](mailto:vodenkok@mail.ru)

### **Теория и методология организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала<sup>655</sup>**

**Аннотация.** Цель заключается в разработке концепции организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала. Установлено, что в системе науки и образования определяющим фактором производства является интеллектуальный капитал, но в его структуре вовсе не обязательно должен преобладать человеческий интеллект. Искусственный интеллект является одной из наиболее востребованных технологий индустрии 4.0 в системе науки и образования, которая обладает широкими перспективами практического внедрения. В современных условиях повышается востребованность цифровизации системы науки и образования, но на базе прорывных цифровых технологий, ключевой из которых должен стать искусственный интеллект.

**Ключевые слова:** наука; образование; индустрия 4.0; интеллектуальный капитал; человеческий интеллект; искусственный интеллект; государственная политика

**Vodenko Konstantin Victorovich**  
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),  
Novocherkassk, Russian Federation  
[Vodenkok@mail.ru](mailto:Vodenkok@mail.ru)

### **Theory and methodology of organizing the system of science and education in 4.0 format based on human and artificial intellectual capital<sup>656</sup>**

**Abstract.** The goal is to develop a concept for organizing the science and education system in the 4.0 format based on human and artificial intellectual capital. It is established that in the system of science and education, the determining factor of production is intellectual capital, but its structure does not necessarily have to be dominated by human intelligence. Artificial intelligence is one of the most popular technologies in industry 4.0 in the system of science and education, which has broad prospects for practical implementation. In modern conditions, the demand for digitization of the system of science and education is increasing, but on the basis of breakthrough digital technologies, the key of which should be artificial intelligence.

---

<sup>655</sup>Статья выполнена в рамках реализации гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (НШ-2582.2020.6) на тему «Государственная политика в сфере высшего образования и развитие инновационного потенциала молодежи: экономические и неэкономические детерминанты и механизмы в условиях регионализации социального пространства и становления индустрии 4.0».

<sup>656</sup>The research was performed within the grant of the President of the Russian Federation for state support for the leading scientific schools of the Russian Federation (NSH-2582.2020.6) «Public policy in the field of higher education and development of innovative potential of youth: economic and non-economic determinants and mechanisms in the conditions of regionalization of social space and the formation of industry 4.0»

**Keywords:** science; education; industry 4.0; intellectual capital; human intelligence; artificial intelligence; public policy

Формирование цифровой экономики запустило циклический механизм непрерывного развития системы науки и образования, в первую очередь высшего (университетского). Этот механизм основан на ускоренном научно-техническом прогрессе и реакции на него со стороны хозяйствующих субъектов. Первоначально новые технологии открыли возможность для модернизации науки и образования. Далее волнообразно (периодически усиливаясь, а затем ослабевающая) чередуются рыночные (на базе конкуренции и растущего спроса) и регуляционные (на базе ужесточения государственных норм и стандартов) импульсы к цифровому развитию системы науки и образования.

Повышенное внимание к системе науки и образования в современных условиях объясняется тем, что данная система выступает не только потенциальным вектором роста – перспективной новой высокотехнологичной отраслью – цифровой экономики, но и неотъемлемым компонентом её инфраструктуры. В связи с этим уже сейчас предъявляются требования современности к модернизации науки и образования в условиях четвертой промышленной революции, которые постепенно становятся обязательными и ужесточаются – этот процесс можно назвать институционализацией практики непрерывной цифровой модернизации системы науки и высшего образования [Arteaga, 2019], [Barra, Zotti, 2017].

Первое требование: маркетингизация. Индивидуальные потребители заинтересованы в том, чтобы университеты учитывали их предпочтения при формировании направлений подготовки и разработке учебных программ, большим спросом пользуется обучение по индивидуальному плану – удобное для потребителей время при свободе выбора учебных дисциплин. Корпоративные потребители также предъявляют высокий спрос на индивидуальный подход в корпоративном обучении и в проведении НИОКР. Это требует высокой маркетинговой активности современных университетов и научно-исследовательских институтов (часто они совмещены).

Государство в свою очередь требует, чтобы университеты проявляли все большую самостоятельность при безусловном соблюдении принятых норм и действующих стандартов. Так, возникают и становятся все более популярными и значимыми рейтинги эффективности университетов и научно-исследовательских институтов. Способность к получению дохода и независимость от государственного финансирования являются ключевыми критериями при составлении подобных рейтингов. Высокая маркетинговая активность, повышенное внимание к эффективности и управление конкурентоспособностью наиболее характерно и естественно для североамериканских и западноевропейских университетов и научно-исследовательских институтов, которые изначально создавались как частные учреждения. В странах, где сохраняется государственная собственность или ведомственная принадлежность университетов и научно-исследовательских

институтов, новые требования противоречат их природе и потому требуют реорганизации.

Второе требование: результативность. В контексте «экономики знаний» как специфической социально-экономической среды, современные университеты и научно-исследовательские институты выступают поставщиками цифровых кадров и передовых технологий и потому должны демонстрировать высокую результативность. В рамках каждого образовательного и научно-исследовательского проекта должны преследоваться достигаемые целевые результаты. НИОКР должны приводить к созданию инноваций. Так, в рамках грантов предполагается постоянная отчетность и наличие четко формализуемых результатов – количество публикаций, число запатентованных технологий. При обучении потребители заинтересованы в высоком качестве образовательных услуг для освоения всех компетенций, необходимых для успешного трудоустройства и построения карьеры.

Третье требование: глобализация. К настоящему времени сформировано и функционирует множество международных научно-образовательных порталов, баз данных и библиотек, проводится большое количество международных научных мероприятий – форумов, конференций и т.п. Международное сотрудничество и интеграция позволяет предотвращать «застой» науки и образования и стимулирует их постоянное развитие. Привлечение иностранных студентов позволяет увеличить емкость рынка образовательных услуг, а экспорт университетских инноваций – увеличить емкость рынка технологий. Сегодня как никогда востребовано всемирное признание результатов образования и науки, пользуются высоким спросом международные дипломы. В частности, глобализация науки и образования происходит в рамках Болонского процесса. К настоящему времени уже достигнута унификация ступеней высшего образования, однако, международное признание дипломов еще предстоит обеспечить.

Четвертое требование: развитие. Университеты и научно-исследовательские институты должны демонстрировать высокую производительность, чтобы обеспечить массовую доступность образовательных услуг и передовых технологий. В глазах заинтересованных лиц – государства, бизнеса и общества – система науки и образования представляется в качестве своеобразного «конвейера» по подготовке цифровых кадров и высоких технологий. Однако, в отличие от традиционного конвейера научно-образовательный «конвейер» должен основываться не на принципе стандартизации, а на принципах диверсификации и индивидуализации. Это предполагает рост производственных мощностей университетов и научно-исследовательских институтов при поддержании их высокой гибкости.

Значимость интеллектуального капитала для успешного функционирования и развития системы науки и высшего образования как одной из наиболее знаниеемких отраслей экономики, признается и подчеркивается в многочисленных трудах современных ученых [Tjahjadietal, 2019] [Iacoviello, 2019] [Pedro, 2019], [Iqbal, 2019]

[Lönnqvistetal, 2018] [Patthirasinsiri, Wiboonrat, 2019], [Sousa, 2019]. Внимание уделяется социальному капиталу как инновации в развитии человеческих ресурсов [Акреу-Mensah, 2019]. Роль университетов в развитии и формировании человеческого капитала как основы экономики знаний рассмотрены в трудах [Ardito, Ferraris, Messeni Petruzzelli et all, 2019], [Chatterji, Kiran, 2017], [Fortes, Palacios, 2019].

Фундаментальные положения и накопленный практический опыт цифровой модернизации системы науки и высшего образования также отражены в целом ряде публикаций, например, труды Попковой Е.Г. отмечает важную роль академической вовлеченности и цифровой готовности в достижениях студентов в университетской среде электронного обучения [Popkova, 2019], [Popkova, French, 2017], [Popkova and Sergi, 2018, 2019], [Popkova, Morozova, Litvinova, 2017 ].

Итак, проведенный литературный обзор позволяет сделать вывод о том, что существующие научные источники подробно описывают концепцию цифрового образования и науки и отражают роль и значение интеллектуального капитала для этой системы. При этом во внимание принимаются преимущественно массово доступные сегодня цифровые технологии – компьютерная техника, программное обеспечение (мультимедийное и интерактивное сопровождение учебного процесса, электронный контроль знаний) и Интернет (дистанционное образование). Перспективы применения искусственного интеллекта в науке и высшем образовании практически не изучены. Поэтому вопросы организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала, а также определения их оптимального соотношения нуждаются в дальнейших самостоятельных исследованиях.

Рассмотрим модель организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала. Универсальная модель организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала может быть следующей для любого под-процесса. На первом этапе производится машинное обучение. Менеджером и/или программистом загружаются шаблоны и алгоритмы принятия решений, технологии обработки Больших данных. Этот этап предварительный и может осуществляться заблаговременно, то есть задолго до запуска под-процесса.

На втором этапе осуществляется подготовка к непосредственной реализации под-процесса. Менеджер отдает искусственному интеллекту команду к действию – запускает программу, указывает настройки. На третьем этапе производится контроль реализации под-процесса. Менеджером выявляются ошибки, совершенные искусственным интеллектом и определяются возможности и перспективы их исправления. Затем происходит возврат к первому этапу и производится машинное обучение (исправляются выявленные ошибки), то есть модель представляет собой замкнутый цикл.

Проведем апробацию разработанной модели на примере организации маркетинга науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала. На первом этапе руководитель отдела маркетинга университета загружает шаблоны маркетинговых сообщений в программу искусственного интеллекта. К примеру, «Университетом оказываются следующие образовательные услуги...» (сообщение 1), «на платформе университета могут быть проведены следующие НИОКР...» (сообщение 2). Также загружаются алгоритмы принятия решений искусственным интеллектом. К примеру, индивидуальным потребителям отправляются сообщения 1, а корпоративным потребителям и сообщения 1, и сообщения 2. Загружается технология сегментации рынка (на базе обработки Больших данных), к примеру, по критерию возраста, отраслевой специализации и других характеристик потребителей.

На втором этапе указываются настройки, к примеру, отправка сообщений должна быть ограничена регионом географического расположения университета. На третьем этапе определяется полнота охвата рынка маркетингом и правильность отправки маркетинговых сообщений искусственным интеллектом. Если потребителям были отправлены неправильные маркетинговые сообщения, или маркетинг оказался низкоэффективным, производится машинное обучение – изменяются шаблоны маркетинговых сообщений, дорабатывается программа искусственного интеллекта.

В системе науки и образования действительно определяющим фактором производства является интеллектуальный капитал, но в его структуре вовсе не обязательно должен преобладать человеческий интеллект. Искусственный интеллект является одной из наиболее востребованных технологий индустрии 4.0 в системе науки и образования, которая обладает широкими перспективами практического внедрения.

Как показал опыт ведущих мировых университетов, характеризующихся наиболее высоким уровнем цифровизации в 2018 г., опора на непрорывные цифровые технологии (компьютерная техника, Интернет) не позволяет раскрыть потенциал повышения показателей эффективности, конкурентоспособности системы науки и образования и приведения её в соответствие вызовам современности на базе цифровизации. Тем не менее, корреляция активности применения искусственного интеллектуального капитала с этими показателями в 4 раза больше по сравнению с корреляции этих показателей с активностью применения человеческого интеллектуального капитала. Это указывает на востребованность цифровизации системы науки и образования, но на базе прорывных цифровых технологий, ключевой из которых должен стать искусственный интеллект.

Рекомендуется руководствоваться разработанной моделью организации системы науки и образования в формате 4.0 на базе человеческого и искусственного интеллектуального капитала. Эта модель показывает, что в среднесрочной перспективе (вплоть до 2030 г., а возможно и дольше) искусственный интеллект даже при системной автоматизации под-процессов, нуждается в руководстве менеджера и

машинном обучении, то есть он не способен к рефлексии и самообучению. В связи с этим научно-образовательное учреждение индустрии 4.0 – университет в формате 4.0 – не может быть отождествлен с компьютерной программой.

Хотя онлайн-обучение позволяет многократно сократить число и масштаб физических активов (здания, сооружения, оборудование) университета, университет в формате индустрии 4.0 предполагает наличие постоянного разветвленного административно-управленческого аппарата и многочисленного профессорско-преподавательского состава, который, тем не менее, может быть проходящим (временным). В связи с этим человеческий интеллект не может быть полностью заменен искусственным интеллектом в системе науки и образования, но уже в ближайшие годы он может быть существенно потеснен искусственным интеллектом.

### Библиографический список

*Akpey-Mensah, T. L.* Social capital development as innovation in human resource development: A case of Technical Universities in Ghana // *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 2019. Vol. 2 No. 1, P. 34–47.

*Ardito, L., Ferraris, A., Messeni, Petruzzelli, A., Bresciani, S., Del Giudice, M.* The role of universities in the knowledge management of smart city projects // *Technological Forecasting and Social Change*, 2019. Vol. 142, P. 312–321.

*Arteaga, C.* The effect of human capital on earnings: Evidence from a reform at Colombia's top university // *Journal of Public Economics*, 2018. Vol. 157, P. 212–225.

*Barra, C., Zotti, R.* Investigating the Human Capital Development–growth Nexus: Does the Efficiency of Universities Matter? // *International Regional Science Review*, 2017. Vol. 40 No. 6, P. 638–678.

*Chatterji, N., Kiran, R.* Role of human and relational capital of universities as underpinnings of a knowledge economy: A structural modelling perspective from north Indian universities // *International Journal of Educational Development*, 2017. Vol. 56, P. 52–61.

*Fortes, S., Santoyo-Ramón, J. A., Palacios, D., (.), Mora, P., Barco, R.* The campus as a smart city: University of Málaga environmental, learning, and research approaches // *Sensors (Switzerland)*, 2019. Vol. 19 No. 6, P. 13–49.

*Iacoviello, G., Bruno, E., Cappiello, A.* A theoretical framework for managing intellectual capital in higher education // *International Journal of Educational Management*, 2019. Vol. 33 No. 5, P. 919–938.

*Iqbal, A., Latif, F., Marimon, F., Sahibzada, U.F., Hussain, S.* From knowledge management to organizational performance: Modelling the mediating role of innovation and intellectual capital in higher education // *Journal of Enterprise Information Management*, 2019. Vol. 32 No. 1, P. 36–59.

*Lönnqvist, A., Laihonon, H., Cai, Y., Hasanen, K.* Re-Framing Education Export From the Perspective of Intellectual Capital Transfer // *Journal of Studies in International Education*, 2018. Vol. 22 No. 4, P. 353–368.

*Patthirasinsiri, N., Wiboonrat, M.* Measuring intellectual capital of science park performance for newly established science parks in Thailand // *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 2019. Vol. 40 No. 1, P. 82–90.

*Pedro, E., Leitão, J., Alves, H.* The intellectual capital of higher education institutions: Operationalizing measurement through a strategic prospective lens // *Journal of Intellectual Capital*, 2019. Vol. 20 No. 3, P. 355–381.

*Popkova, E. G.* Preconditions of formation and development of industry 4.0 in the conditions of knowledge economy // *Studies in Systems, Decision and Control*, 2019. Vol. 169, P. 65–72.

*Popkova, E.G., French, J.* The role of social marketing and PR in the context of globalization and integration of modern entrepreneurship // *Theoretical and practical issues of journalism*, 2017. Vol. 6 No. 2, P. 204–217.

*Popkova, E.G., Morozova, I.A., Litvinova, T.N.* New challenges for human capital from the positions of its infrastructural role in the system of entrepreneurship // *Human Capital: Perspectives, Challenges and Future Directions*, New York (USA): 2017. Nova Science Publishers, Inc., P. 257–275

*Popkova, E. G., Sergi, B.S.* Will Industry 4.0 and Other Innovations Impact Russian Federation's Development?" In Bruno S. Sergi (Ed.) *Exploring the Future of Russian Federation's Economy and Markets: Towards Sustainable Economic Development*. Bingley, UK: 2018. Emerald Publishing Limited, P. 51–68.

*Popkova, E. G. Sergi, B.S.* (Eds.) *Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality*, Berlin, Germany: Springer International Publishing. 2019.

*Sousa, M. J., Carmo, M., Gonçalves, A. C., Cruz, R., Martins, J. M.* Creating knowledge and entrepreneurial capacity for HE students with digital education methodologies: Differences in the perceptions of students and entrepreneurs // *Journal of Business Research*, 2019. Vol. 94, P. 227–240.

*Tjahjadi, B., Soewarno, N., Astri, E., Hariyati H.* Does intellectual capital matter in performance management system-organizational performance relationship? Experience of higher education institutions in Indonesia // *Journal of Intellectual Capital*, 2019. Vol. 20 No. 4, P. 533–554.