ISSN 2079-4665 (Print), 2411-796X (Online) https://www.mir-nayka.com

DOI: 10.18184/2079-4665.2019.10.4.457-469

УДК 338.2; 008.2:331.102.5:378.14
JEL: C65, O22, O39, D81, G32

Цифровизация экономики: вызов высшему образованию и пути преодоления

Ефим Наумович Сирота [1]

[1] Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия
125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д. 49

E-mail: orphan_james@mail.ru

Аннотация

Цель: *Цель данной статьи заключается в исследовании вызовов высшему образованию при цифровизации экономики и путей их преодоления. Достижение цели обеспечено выявлением системных атрибутов цифровой экономики, разрывов между потребностями цифровой экономики и возможностями их обеспечения нынешней системой образования, возникающих при этом проблем и возможных направлений их решения в связи с задачами инновационного развития России.*

Методология проведения работы: *Исследование основано на системном подходе, включающем функционально-структурный метод, многоуровневость и иерархичность в сочетании с историко-диалектическим методом. Это позволяет выявить возникновение качественных преобразований системы из достижения количественных границ, изменение основных противостоящих сил и характера их взаимодействия, направление отрицания предшествующей стадии системы и характеристику нового состояния. Сочетание подходов предопределило выбор конкретных методов исследования: феноменологического, компаративного, индуктивного.*

Результаты работы: *Сформулировано принципиальное отличие цифровой экономики как пятого технологического уклада от предшествующих в контексте биологической и социально-культурной эволюции. Показаны связи цифровизации с инновационным развитием, проявлениями технологической и социальной сингулярности. Раскрыто содержание системного вызова цифровой экономики системе образования, включающего функционально-структурный, психолого-педагогический и институциональный аспекты. Предложены направления междисциплинарных исследований для ответа на вызовы, а также методические новшества, позволяющие ускорить и повысить эффективность процесса обучения, в частности, программируемые обучающие приложения, самонастраивающиеся при помощи индивидуальных динамических когнитивных профилей учащихся, формируемых в процессе обучения.*

Выводы: *Функционально-структурный вызов системе образования формирует существенно усложненные требования к качественным характеристикам человеческого капитала. Они проявляются в возрастании объема актуальных компетенций и быстроте их устаревания, смещении акцентов со стандартных однодисциплинарных к меж- и полидисциплинарным проблемным задачам, в новых соотношениях между глубиной профессионального знания и широтой общекультурного ориентирования. Неполная готовность когнитивной психологии и педагогики к преодолению разрыва между ростом объема актуального знания и ограниченной скоростью его освоения образует содержание психолого-педагогического вызова, а организационно-экономическая разобщенность образования и бизнеса усугубляет его институциональный компонент. Адекватный ответ на вызовы возможен посредством собственных усилий системы образования по индивидуализации процесса обучения с использованием искусственного интеллекта, ориентированного на максимальный учет когнитивных и психологических особенностей обучающегося. Важен междисциплинарный поиск безопасных границ, технических средств и психологических инструментов интенсификации учебного процесса. Это направление может стать основой междисциплинарной дискуссии о путях реагирования общества на вызовы цифровизации, а также для прикладных педагогических разработок.*

Ключевые слова: *цифровизация, технологический уклад, сингулярность, знания, компетенции, когнитивный профиль*

Благодарность. *Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации на выполнение первого этапа фундаментальной НИР по теме: «Системные атрибуты цифровой экономики как среды инновационных процессов в России».*

Конфликт интересов. *Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

Для цитирования: *Сирота Е. Н.* Цифровизация экономики: вызов высшему образованию и пути преодоления // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2019. Т. 10. № 4. С. 457–469
https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.4.457-469

© Сирота Е. Н., 2019

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Digitalization of the Economy: a Challenge to Higher Education and Ways to Overcome

Efim N. Sirota [1]

[1] Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation
49, Leningradsky prospect, Moscow, 125993

E-mail: orphan_james@mail.ru

Abstract

Purpose: *the purpose of this article is to study the challenges of higher education in the digitalization of the economy and ways to overcome them. Achieving the goal is provided by identifying the system attributes of the digital economy, the gaps between the needs of the digital economy and the possibilities of providing them with the current education system, the problems that arise and the possible directions for solving them in connection with the tasks of innovative development of Russia.*

Methods: *the study is based on a systematic approach, including a functional-structural method, multi-level and hierarchical in combination with the historical-dialectical method. These methods make possible to identify the occurrence of qualitative transformations of the system from reaching quantitative boundaries, a change in the main opposing forces and the nature of their interaction in the system, the direction of negation of the previous stage of the system and the fundamental characteristic of its new state. The combination of these approaches predetermined the choice of specific research methods: phenomenological, comparative, inductive.*

Results: *the fundamental difference between the digital economy as the fifth technological paradigm and all previous ones have been formulated in the context of biological and socio-cultural evolution. The connections of digitalization with innovative development, technological and social singularity were shown. The system challenge of digital economy to the education, that includes the functional-structural, psychological, pedagogical and institutional ones, has been revealed and disclosed. Directions of interdisciplinary research are proposed that allow answering these challenges, as well as some methodological innovations that allow to accelerate and to increase the efficiency of the learning process, in particular, programmable learning applications that self-adjust using individual dynamic cognitive profiles of students formed in the learning process.*

Conclusions and Relevance: *the functional and structural challenge to the education system creates significantly complicated requirements for the qualitative characteristics of human capital. They are manifested in an increase in the volume of relevant competencies and the speed of their obsolescence, shift of emphasis from standard unidisciplinary to inter- and multidisciplinary problem tasks, in new relations between the depth of professional knowledge and the breadth of general cultural orientation. The incomplete readiness of cognitive psychology and pedagogy to bridge the gap between the explosive growth in the volume of relevant knowledge and the limited speed of its development forms the content of the psychological and pedagogical challenge, and the organizational and economic disconnection of education and business exacerbates the challenge with the institutional component. An adequate response to challenges is possible through the own efforts of the educational system to individualize the learning process using artificial intelligence systems, focused on maximizing the cognitive and psychological characteristics of the student. An interdisciplinary search for safe borders, technical means and psychological tools to intensify the educational process, which allow us to give a worthy answer to these challenges. This direction can become the basis of an interdisciplinary discussion about the ways in which society responds to the challenges of digitalization, as well as for applied pedagogical developments.*

Keywords: *digitalization, techno-economic paradigm, singularity, knowledge, competencies, cognitive profile*

Acknowledgments. *The article bases on the results of studies carried out at the expense of budgetary funds on the state order of the Financial University within the first stage of fundamental research "System attributes of the digital economy as an environment of innovative processes in Russia".*

Conflict of Interest. *The Author declares that there is no Conflict of Interest.*

For citation: Sirota E. N. Digitalization of the Economy: a Challenge to Higher Education and Ways to Overcome. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2019; 10(4):457–469 (In Russ.)

https://doi.org/10.18184/2079-4665.2019.10.4.457-469

Введение

Наиболее существенной особенностью культуры современного мира, наблюдаемой особенно ярко в развитых его частях, является непрерывно ускоряющееся за последние 100–150 лет научно-технологическое развитие. За неполные три четверти века, прошедшие с момента создания первой ЭВМ, скорость регистрации, обработки и передачи цифровой информации, возможности и объемы ее надежного хранения возросли, а стоимость этих процессов снизилась до такой степени, что это инициировало переворот во всех сферах общественной жизни. Столь быстрые и все ускоряющиеся изменения технологического могущества человечества, в том числе, связанные с цифровизацией всех аспектов общественной жизни, не только усилили социальный оптимизм общественного сознания, но и породили ряд проблем и вызовов в различных сферах экономики, социальной жизни,

политики, культуры, образования. Их системное осмысление и выработка адекватных ответов, в особенности, в части образования, являющегося исходным пунктом реагирования, представляется весьма актуальным.

В представленной работе поставлены следующие задачи. Во-первых, выявить принципиальную отличительную особенность пятого технологического уклада, в известном смысле отрицающего особенности всех предшествовавших укладов. Во-вторых, сформулировать вытекающий из этой особенности системный вызов образованию вообще и высшему профессиональному в частности, а также представить его структуру. Далее, опираясь на понимание характеристик этого вызова, определить методико-педагогические задачи, к решению которых можно приступать уже сейчас, а также направления совершенствования образовательного процесса, требующие совместных междисциплинарных и межотраслевых усилий, которые способны в обозримой перспективе ответить на существующие вызовы и сделать систему образования адекватной условиям цифровой экономики.

Обзор литературы и исследований. Уже в середине XX века Дж. ф. Нейман (в беседе с С. Уламом), а несколько позднее В. Вендж [1, 2] и ряд других ученых, сформулировали гипотезу технологической сингулярности, в соответствии с которой при ускоряющемся прогрессе должен наступить момент, когда люди не смогут успевать за технологиями, и вблизи этой временной точки экстраполяция тенденций адаптации общества к изменениям дает бессмысленные результаты. А это, в свою очередь, требует системного осмысления и разработки сценариев грядущих качественных изменений как в обществе, так и в системе образования. Дальнейшее развитие концепции технологической сингулярности, в особенности, применительно к цифровизации и искусственному интеллекту [3, 4], привело к обобщению понятия до социальной сингулярности [4].

Складывающийся в настоящее время пятый технологический уклад [5, 6], процесс формирования которого получил броское название цифровизации (калька с англ. – digitalization), не только вызвал к жизни новый кластер базовых отраслей цифровой экономики – цифровую экономику в узком смысле (производство компьютеров, средств коммуникации и управления, создание инструментов программирования), но и, благодаря разработке и внедрению бесчисленных приложений, проник во все традиционные экономические уклады, от исследований и разработок до производства, логистики, электронной торговли и социальных коммуникаций, радикально трансформировав их в цифровую экономику в широком смысле. Более того, цифровизация и информатизация на ее основе проникла во все сферы социальной жизни, в науку, образование, культуру, политическую жизнь, формируя информационное общество.

Исследованию закономерностей и различных аспектов цифровизации экономики и социума посвящена обширная литература. Однако специфика данного уклада, его отличие от предшествующих, еще сохраняющихся в экономике, хотя и привлекают внимание специалистов разного профиля, но пока не стали объектом системного исследования. Также не стал пока предметом системного исследования и характер влияния цифровизации на все стороны социальной жизни и, в частности, на образование.

Между тем, социальные последствия цифровизации, весьма разнообразные, мощные и противоречивые, ее влияние на общество в целом [7] и образование, как одну из важнейших его частей, в частности, требуют именно системного осмысления и системного реагирования. Выявлению специфики цифрового технологического уклада, характеристике вызова цифровизации системе образования и направлениям ответа на этот вызов посвящена настоящая статья.

Материалы и методы. В числе использованных в исследовании материалов необходимо указать, во-первых, личные 40-летние наблюдения автора в области характера учебной деятельности и стиля обучения студентов технических и экономических специальностей на «мейнфремовском», ноутбуковском и гаджетово-интернетном этапах компьютеризации хозяйственной жизни и образования. Во-вторых, 10-летний опыт руководства автора экономико-аналитическими службами достаточно крупных предприятий промышленности в период становления рыночной экономики в России, а также продолжающийся обмен мнениями с бывшими коллегами о кадровых проблемах реального сектора. И, в-третьих, статистические данные о сопоставительной динамике численности населения России как базовом факторе формирования ее человеческого капитала.

При выявлении отличительных особенностей цифровизации как отдельного технологического уклада было применено сочетание системного подхода, включающего функционально-структурный метод, многоуровневость, иерархичность с историко-диалектическим. При этом системный подход в настоящей работе применен не ко всей проблематике высшего профессионального образования, а только к одной, на взгляд автора, особенно важной в современных условиях части, а именно,

к вопросу системного вызова цифровизации и инновационного развития к высшему профессиональному образованию. Это ограничение предмета исследования обусловлено тем, что именно в данной предметной области сконцентрированы основные силовые линии противоречий и точки роста эффективности образования.

Что касается историко-диалектического метода, то он позволил не только выявить возникновение качественных изменений в экономике и системе образования при достижении определенных количественных границ цифровизации, изменение основных противостоящих сил и характера их взаимодействия в системе, но также и «отрицающий» в отношении предшествующих укладов характер нового, формирующегося.

Сочетание этих подходов предопределило и выбор конкретных методов исследования: феноменологического, компаративного, индуктивного. Применение названных методов позволило определить и раскрыть понятия цифровизации, цифровой экономики, информационного общества через систему развертывающихся базовых (реперных) концептов культуры (в ее теоретико-системном понимании). Эти концепты включают культуру, технологическую культуру, технологический уклад, базовую характеристику уклада, содержание которых будет рассмотрено ниже.

Результаты исследования

Цифровой технологический уклад в общем контексте экономики и культуры

Специфика цифрового технологического уклада, его отличие от всех предшествующих и, вместе с тем, неразрывная связь с ними, наиболее точно и полно могут быть поняты и объяснены в рамках системного концепта культуры. Под культурой мы понимаем здесь систему постоянно развивающихся когнитивных и креативных моделей, складывающихся в индивидуальном и общественном сознании и определяющих способы взаимодействия членов социума между собой и с окружающим миром. В рамках этого концепта выделяют технологии, или технологическую культуру, как модели рационального взаимодействия с окружающим миром, позволяющие создавать ценности (потребительные стоимости), удовлетворяющие общественные потребности. Технологии производства во многом определяют и способы взаимодействия людей в процессе распределения, обмена и потребления, то есть экономическую культуру и систему экономических институтов, которые в динамическом единстве с технологией образуют системную целостность, названную К. Марксом способом производства [8].

Эволюционные преимущества человека, являющиеся оборотной стороной его телесных слабостей и несовершенств, обеспечили ему доминирующее положение в биосфере Земли и трансформировали ее в антропосферу, и даже ноосферу [9]. Первоначально они заключались в том, что вместо естественного отбора более совершенных телесных форм и форм нейрогуморальной регуляции культурный отбор сконцентрировался на создании и совершенствовании экстракорпоральных (внетелесных) рабочих органов и повышении их мощности. Это перевело развитие вида с чрезвычайно медленной биологической эволюции на несравненно более быстрый и все ускоряющийся путь социального прогресса. Ключевые этапы этого прогресса, связанные с формированием новых технологических кластеров, радикально меняющих структуру экономики и жизнь общества, получили в отечественной науке название технологических укладов, в зарубежной – техно-экономических парадигм (techno-economic paradigm). Так, под цифровизацией экономики и, шире, всего общества мы будем понимать процесс формирования нового технологического уклада, кластера, совокупности взаимосвязанных отраслей, имеющей в своей основе цифровые технологии или соответствующую процессную систему (по Г.Б. Клейнеру [10]). Такое понимание согласуется как с логикой экономики инноваций, так и с исторической практикой словообразования русского языка, где до понятия цифровизации прижились понятия электрификации, химизации, механизации, автоматизации, также связанные с формированием новых мощных технологических кластеров.

Какова же базовая характеристическая черта этого нового технологического уклада, рассматриваемая в рамках социально-культурного прогресса, и каковы его принципиальные отличия от предшествующих?

Все предшествующие технологические уклады сосредоточивали свои усилия на создании экстракорпоральных рабочих органов и органов локомоции, повышения их разнообразия, мощности и эффективности. В отличие от них, цифровизация концентрируется вокруг создания экстракорпоральных органов сенсорно-интеллектуального освоения действительности, включая средства:

- сенсорики (от лат. sensus – восприятие), превосходящие по своему разнообразию, диапазонам и точности все созданное природой в ходе длительной эволюции;
- когнетики (от лат. cognitio – знание), существенно превосходящие возможности обычного среднего индивидуума по различению, обобщению,

запоминанию, представлению и воображению цифровых по форме, сущностных по содержанию моделей действительности;

- интеграции вышеназванных инструментов в человеко-машинные системы искусственного интеллекта, позволяющие решать интеллектуально-преобразовательные и интеллектуально-состязательные задачи индивидов и социальных групп быстрее и с более высокой результативностью, чем, соответственно, отдельный индивид, администратор социальной группы или распорядитель ресурса, включенного в состязание, не вооруженные экстракорпоральными интеллектуальными инструментами.

Таким образом, если предшествующие технологические уклады многократно расширили физические преобразовательные возможности социального человека, превратившего биосферу в техносферу, то цифровая экономика в ее развитом виде принципиально изменит познавательно-преобразовательные возможности развитых обществ и, можно надеяться, превратит ноосферу из научного предвидения В.И. Вернадского [9] в живую социальную действительность.

Однако такое радикальное обновление условий социальной жизни требует не просто системного осмысления, но и выработки социально приемлемых форм адаптации обществ и индивидуумов к новым уровням культуры.

Основные компоненты вызова цифровизации современному обществу и системе образования

Системный вызов, бросаемый цифровизацией современному обществу, обусловлен, прежде всего, тем, что прогресс технологии принципиально изменяет характер и структуру экономической активности, усложняет требования к социализации современного человека, уровню его общей и профессиональной подготовки. Поэтому он в существенной части обращен к системе образования, в том числе, и высшего профессионального (ВПО). Это вызов включает три ключевых компонента: функционально-структурный, психолого-педагогический и институциональный.

Функционально-структурный компонент обусловлен объективным изменением характера деятельности, в том числе экономической, способов коммуникации современного человека в обществе. Предыдущие технологические уклады, формируя мощные экстракорпоральные органы труда, многократно усилили физические, энергетические и производительные возможности человека, вытесняя и исключая его из сферы тяжелого и вредного физического труда. Новый технологический уклад столь же радикально усиливает информационно-коммуникативные, сенситивные и интеллектуальные потенции человека, вытесняя его из сферы умственного труда, прежде всего, поддающегося алгоритмизации, а также требующего интеллектуальной реакции, превышающей нормальные характеристики работника по скорости и объему перерабатываемой информации. При этом сначала вытесняются процессы с относительно простыми, а в дальнейшем – все более и более сложными алгоритмами. Функционально-структурный вызов, взаимодействуя, прежде всего, со сферами бизнеса и образования, проявляется в следующем:

- быстрое расширение объема профессионального знания, как для уровня профессионального владения, так и для профессиональной ориентированности [11, 12, 13, 14];
- снижение и, возможно, прекращение спроса на профессии, связанные с решением хотя и достаточно сложных, но стандартных однодисциплинарных задач;
- необходимость смены, возможно, неоднократной, направления или специализации в течение личностного цикла профессиональной деятельности;
- концентрация занятости в хозяйственно-технологической сфере вокруг трех центров, а именно:

1) генерирования и экстериоризации нового знания. Для этого центра важна глубокая специализация при высочайшей гностической и проектировочной готовности [15, 16]. При этом целостный, системный взгляд существенен на начальном и конечном этапах, при постановке задач и осмыслении результатов работы;

2) технологической операционализации нового знания в виде практически ориентированных компьютерных приложений, где важна способность быстрого перехода к новым концепциям и методам программирования, а также глубокое понимание психологических основ «дружественности» разрабатываемых приложений;

3) создания новых, высокотехнологичных и, нередко, индивидуализированных продуктов и услуг, предлагаемых исходя из предвосхищения общественных потребностей. Здесь существенна, наряду с постоянно поддерживаемым профессионализмом, широкая системная ориентированность, эмпатия и умение работать в команде.

Психолого-педагогический компонент вызова обусловлен противоречием между взрывным возрастанием объема актуального знания и естественными психологическими ограничениями на темпы и объемы его усвоения, на поддержание гностической и проектировочной готовности к деятельности [13, 14]. Он проявляется, прежде всего:

- в сохранении соотношения, доставшегося от прежних педагогических парадигм, между профессиональным знанием и ориентированностью в существенных смежных областях, в то время как новые условия профессиональной деятельности требуют более широкой системной ориентированности;
- в разрастании объема подлежащих освоению дидактических единиц, не компенсированном новым педагогическим инструментарием повышения скорости их усвоения.

Институциональный [1] (*функционально-институциональный*) компонент вызова связан с объективной необходимостью в сближении и взаимном проникновении в пространстве и времени процессов добывания нового знания (исследования), его технологическими приложениями (разработки) и социальным освоением (образование). Это сближение обусловлено следующими обстоятельствами:

- ускоряющимся обновлением, возрастающим уровнем сложности и междисциплинарности задач, возникающих в профессиональной деятельности (ПД);
- возрастанием конкурентного значения фактора времени (первый обычно получает решающее преимущество);
- необходимостью быстрого вхождения новых участников в указанный триединый процесс;
- необходимостью обеспечения условий надежной защиты потенциальных объектов интеллектуальной собственности, которые могут возникнуть в результате этого процесса.

При этом два последних обстоятельства содержат предпосылки организационного конфликта, который способен затруднять и усложнять указанный объективный процесс.

Следует отметить, что институциональный вызов проявляется не только на уровне взаимодействия профессиональных и образовательных институций, но и внутри ВПО. В последнем случае вызов обусловлен противоречием между усиливающейся тенденцией системной целостности знания и его организационной раздробленностью между департаментами и кафедрами.

От того, в какой мере общество и система ВПО смогут принять и ответить на этот вызов, во многом будет зависеть уровень его человеческого потенциала – ведущего на сегодня фактора успешного общества.

Для системы ВПО функционально-структурный вызов является объективным условием функционирования, определяющим количественные и качественные характеристики общественной потребности, общественного спроса на профессиональные знания, умения, навыки, компетенции, в то время как психолого-педагогический вызов является непосредственно его зоной контроля и ответственности. Что касается институционального вызова, то он, безусловно, входит в сферу влияния ВПО, которое разделяет эту сферу с бизнесом, государственным управлением, в первую очередь, наукой и образованием, а также общественным мнением.

Проблемные проявления и возможные ответы общества, государства и системы образования на вызовы цифровизации

Рассмотрим более подробно те проблемные проявления, которые в наибольшей степени влияют на систему образования и требуют ее адекватного реагирования.

Широкая доступность, начиная с раннего детского возраста, бытовых цифровых устройств, с одной стороны, упрощает приобщение к современным базам знаний, а с другой, особенно при неконтролируемом времени использования, отрицательно сказывается на развитии мелкой моторики, способствует малоподвижному образу жизни, затрудняет формирование непосредственных межличностных коммуникаций. Это, в свою очередь, по ряду источников отрицательно коррелирует с формированием других когнитивных способностей: сенсорики, ассоциативности, логики, интуиции [13, 15]. Вместе с тем, наличие в Интернете множества готовых решений затрудняет или даже препятствует формированию устойчивых навыков в тех ситуациях, где методология поиска решений является ключевым компонентом формирования навыков и основой приобретения компетенций.

[1] В процессе эволюционного развития формальные и неформальные институты ведут себя по-разному. Д. Норт показал, что: «Хотя формальные правила можно изменить за одну ночь путем принятия политических или юридических решений, неформальные ограничения, воплощенные в обычаях, традициях и кодексах поведения, гораздо менее восприимчивы к сознательным человеческим усилиям. Эти культурные ограничения не только связывают прошлое с настоящим и будущим, но и дают нам ключ к пониманию пути исторического развития» (*Норт Д.* Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / *Д. Норт*, пер. с англ. *А.Н. Нестеренко.* М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.)

Указанные проблемы не имеют однозначных подходов к решению. Однако можно предположить, что создание терминальных устройств, снижающих нагрузку на зрение, средств голосового управления для снижения нагрузки на кисти рук уменьшат отрицательные последствия длительного взаимодействия учащихся с компьютерами. А разработка компьютерных устройств, облегчающих и делающих увлекательным процесс обучения сложной моторике на основе обратной связи (танец, спортивные движения и т.п.), в том числе, в соревновательном режиме, и включение соответствующих технологий в процессы школьного обучения позволят в определенной мере решить проблему малой подвижности и межличностных коммуникаций.

Что касается доступности готовых решений, представляется, что одним из средств преодоления отрицательных последствий этого для результатов образовательного процесса может стать создание программированных обучающих приложений (ПОП). ПОП представляют собой гипертексты из отдельных обучающих кадров, содержащих психологически обоснованное количество связанных между собой, совместно усваиваемых дидактических единиц, перемежаемых контрольными кадрами. Они должны пошагово контролировать и корректировать процесс формирования знаний, умений и навыков каждого обучающегося, а также генерировать индивидуальные динамические когнитивные профили (ИДКП) учащихся [16, 17, 18]. Эти профили, формируемые в ходе непрерывного наблюдения и фиксации психологических параметров процесса обучения (длительность и темп ознакомления с фрагментами обучающих и контрольных кадров, количество и характер допускаемых ошибок, их динамика в ходе обучения, объем памяти, ригидность-лабильность и проч.), могли бы использоваться как инструмент индивидуализации и повышения эффективности обучения, а также как исходный материал для наилучшего согласования психологического профиля будущего специалиста со спецификой конкретных условий его занятости.

Другая группа проблем связана с недостаточной, на наш взгляд, системной интегрированностью общего образования и чрезмерной дисциплинарной дифференциацией ВПО, несмотря на значительные усилия последнего времени. Это способствует преимущественно феноменологическому осмыслению действительности, и затрудняет системное осмысление проблематики профессиональной деятельности. Разрастание объема учебного материала, необходимого для формирования профессиональных компетенций, без тщательной его дифференциации по глубине освоения (на оперируемость и ориентированность, осведомленность), сочетается с неизбежным дублированием материала при чрезмерном дроблении учебных дисциплин. А это, в свою очередь, приводит к неконтролируемому росту числа дидактических единиц, подлежащих освоению при естественном ограничении на количество зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) в рамках образовательных программ. Разрешение противоречия требует встречного движения, как в направлении совершенствования дидактических приемов, направленных на повышение скорости овладения учебным материалом, так и путем оптимизации числа подлежащих освоению дидактических единиц. Если первое нуждается во взаимодействии носителей профессионального знания со специалистами в области когнитивной психологии, то второе – с коллегами из смежных областей знания, что создает дополнительные трудности, обусловленные конкуренцией подходов и конфликтом интересов. Между тем, указанные потребности пока не осознаны в должной мере научно-педагогическим сообществом и не стали предметом научной дискуссии.

Третья группа проблем связана с тем, что центр тяжести ВПО перемещается от стандартных однодисциплинарных задач к проблемным многодисциплинарным. Это, в свою очередь, смещает критерии оценки образовательных результатов от традиционной триады «знания – умения – навыки» к компетентностному подходу. Последний, возникнув в рамках теории развивающего развития Эльконина–Давыдова [19], вполне органичен для общего образования, так как проблемные, с позиции учащегося, задачи – вполне стандартны в рамках педагогической культуры и обычно не требуют поверки практикой. Однако масштабирование компетентностного подхода на ВПО порождает трудности в оценке результатов именно в связи с тем, что оценка компетенций для ВПО требует практической апробации [20, 21] как только решаемые профессиональные аттестационные задачи начинают выходить на уровень действительно проблемных, творческих.

Понимание этого, по крайней мере, в отдельных областях ВПО, сложилось достаточно давно, как и инструменты преодоления этих трудностей. Достаточно вспомнить позитивный опыт заводов-ВТУЗов, создаваемых в период индустриализации на базе ведущих машиностроительных заводов, где будущие инженеры параллельно процессу обучения проходили все основные звенья технологической цепочки по горизонтали и вертикали, что позволяло контролировать формирование профессиональных компетенций посредством самых строгих критериев практической применимости и эффективности. К решениям такого же типа следует отнести клинические больницы при медицинских ВУЗах, базовые школы при педагогических ВУЗах.

В настоящее время, несмотря на организационную разобщенность и вопросы защиты интеллектуальной собственности, создаются корпоративные филиалы ВУЗов или кафедр в крупных корпорациях и корпоративные кафедры при университетах для «тюнинга» обучающихся под корпоративные стандарты.

Другой обязательный компонент формирования компетенций – производственные и преддипломные практики. При всей их важности и полезности для системы ВПО, они, по личным наблюдениям, во многих случаях решают стоящие перед ними задачи формирования компетенций в очень ограниченном объеме и недостаточном приближении к профессиональной практике, что, по-видимому, неизбежно.

Окончательная оценка уровня компетенций, достигнутого в результате обучения в высшей школе, определяется государственной итоговой аттестацией (ГИА), состоящей из двух частей: государственного экзамена (ГЭ) и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР). ГЭ, вследствие ограниченности времени, может обеспечить, в лучшем случае, оценку на уровне эскиза, схемы компетенции, представляемой экзаменующимся. В рамках ВКР создаются более благоприятные необходимые условия для оценки компетенций, однако, чтобы они стали также и достаточными, тема ВКР должна по уровню проблемности и междисциплинарности соответствовать содержанию будущей профессиональной деятельности. Определенные предпосылки для этого содержит новый порядок проведения государственной итоговой аттестации [2], предусматривающий возможность представления на защиту не только индивидуальных, но и групповых ВКР (выполненных несколькими обучающимися совместно). Это, бесспорно, полезное новшество, подходящее для решения объемных задач и позволяющее, в частности, отработать и продемонстрировать компетенции, связанные организацией коллективной деятельности. Однако этого не всегда достаточно. Если предметом будущей деятельности являются проблемные междисциплинарные задачи, наиболее приемлемым, на наш взгляд, является вариант ВКР, предлагающий конкурсный подход. В его рамках задача в достаточно широкой постановке предлагается нескольким испытуемым (возможно, коллективам) с разными руководителями, а результаты ГИА определяются по результатам обсуждения предложенных в ВКР вариантов. Для бакалавриата этот подход едва ли возможен, но в отдельных направлениях специалитета и магистстратуры представляется плодотворным.

Рассмотренные выше проблемы и подходы относятся к микро- и мезоуровням, т.е. к образованию и его взаимодействию с работодателями (бизнес, госорганы и проч.). Однако вызов цифровизации столь обширен, что требует вмешательства уже на макроуровне, уровне отдельных суверенных государств, которые позиционируют себя как развитые и социальные. Определенные обстоятельства – два общие «для всех», и одно специфическое для России и некоторых других государств – делают такое вмешательство не только желательным, но и практически неизбежным.

Первое обстоятельство связано с тем, что ускорение развития технологической культуры уже к середине прошлого века привело к ситуации, когда «культурная рента» и человеческий капитал по своему вкладу в общественное богатство и его прирост стали сопоставимыми и, возможно, даже превысили природную ренту и природный капитал. Косвенным подтверждением этому явился распад колониальной системы, а также то, что технологически развитые страны перестали воевать между собой за территории, предпочитая точечно контролировать, преимущественно экономическими методами, критически важные природные ресурсы. Два других являются следствием первого и состоят в том, что и качественные, и даже, в известной мере, количественные характеристики человеческого капитала являются продуктом культуры. Это означает, что, во-первых, видовые ограничения Homo sapience постоянно расширяются за счет прогресса экстракорпоральных рабочих и сенсорных органов. Во-вторых, в каждый момент времени качество человеческого капитала нации определяется тем, в какой мере биологический потенциал вида смог быть раскрыт для овладения достижениями культуры посредством максимального использования таких ее компонентов, как психология и педагогика. Что касается количественных оценок национального человеческого капитала, то он во многом зависит от численности социума и, разумеется, от вовлеченности его членов в формирование культуры. Учитывая расширяющийся с прогрессом фронт культуры (зона соприкоснове-

[2] Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры. Утв. приказом Минобрнауки Российской Федерации. 29.06.2015, № 636. URL: http://fgosvo.ru/uploadfiles/prikaz_miobr/0001201507240021.pdf (дата обращения 24.09.2019)

ния и взаимодействия познанного и непознанного), многочисленные социумы, при прочих равных условиях, имеют преимущества, получая возможность формировать, поддерживать и развивать более полный набор научно-технологических школ. Стало уже общим упоминание интернационального характера науки и технологий. Это действительно так, если иметь в виду характер использования их достижений. Однако, если речь идет о формировании научно-технологических достижений и их коммерциализации, то правильнее говорить о национальных научных школах (кластерах) и национальных и транснациональных, но на базе крупнейших национальных школ, научно-технологических корпорациях. Это пока неизбежно и объясняется тем, что первичная социализация и аккультурация индивидуума осуществляются в рамках национальной культурной традиции на национальном языке. Положение России в отношении количественных оценок нельзя считать благоприятным. Население России, составляя в 1897 г. (в современных границах) 67,5 млн человек, к 1914 г. выросло на 33,2%, составив 89,9 млн человек [3]. При этом среднегодовой темп прироста составил 1,7%. В то же время, за последующие 104 года прирост составил всего 63,4% (среднегодовой прирост – менее 0,5%), а численность населения достигла к 2018 г. только 146,9 млн человек [4]. Доля России в населении мира, составляя в 1900 г. 4,44% (IV место в мире) [5], к 2017 г. опустилась до 1,96% (IX место) [6]. Такое неблагоприятное положение только отчасти компенсируется достаточно высоким ростом уровня урбанизации (с 1914 по 2018 гг. – с 17 до 74%) [7] и уровня образования. Тем не менее, сохранение возможностей национального ответа на рассматриваемый вызов требует серьезных и долгосрочных государственных усилий.

Для понимания направленности этих усилий, ориентированности культурно-образовательной политики любого современного социального государства в рамках системного подхода следует рассмотреть, применительно к ним, одно из важных специфических свойств живых систем, а именно избыточность [22, 23, 24, 25]. Под нею понимается наличие в таких системах компонентов, связей, входов, выходов, стимулов, функций и свойств как актуальных, так и потенциальных, которые, будучи недоиспользованными в обычных условиях, обеспечивают сохранение целостности, функциональности и адаптивности систем в меняющихся экстремальных условиях среды.

Избыточность в социальных системах, в отличие от таковой в биологических, является осознаваемой, по крайней мере, в современных социумах, т.е. это продукт социокультурного развития. Она опирается на понимание того, что, при всей важности природного «субстрата» – территории и природных ресурсов, определяющим фактором социального развития, единственным его неисчерпаемым источником является человек, его творческие потенции. Раскрытие их, превращение из потенциальных в актуальные, и есть назначение этой избыточности.

Выводы

Исходя из особенностей текущего состояния России, его сильных и слабых сторон, целью культурно-образовательной политики России как социального государства должно и может стать наиболее полное раскрытие потенциала социальной активности каждого члена общества. А условиями этого раскрытия должны стать достижения психологии, педагогики, институционализма, физиологии высшей нервной деятельности, медицины и социальных наук, усиленные инструментальными возможностями компьютерной техники и информационных технологий. Принцип избыточности, применительно к этой политике, означает, что она должна ориентироваться не на усредненные нормативы, а на достижение каждым индивидуумом своего потолка возможностей, что должно и может обеспечиваться сочетанием индивидуального подхода с коллаборационным на основе развитых цифровых технологий. Движение к отмеченной цели невозможно без координации усилий названных наук и, возможно, потребует разработки специальной программы.

[3] Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Население. Численность населения 1897–2009. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/demo/demo11.htm (дата обращения 17.06.2019)

[4] Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. Население. Численность населения 2010–2019. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/# (дата обращения 18.06.2019)

[5] Рассчитано по данным: Население стран мира в 1900 г. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Население_стран _мира_в_1900_году (дата обращения: 27.02.2019) и данным, указанным в сноске 3.

[6] Рассчитано по: Рейтинг стран мира по численности населения. 2018. Гуманитарные технологии. Аналитический портал. URL:. https://gtmarket.ru/ratings/world-population/info (дата обращения: 25.02.2019) и данным, указанным в сноске 3.

[7] Рассчитано по данным, указанным в сноске 3

Психология должна снабдить педагогику и общество уточненными повозрастными нормами становления психической сферы человека (сенсорики, моторики, памяти – эмоциональной, когнитивной, логической, интуитивной, комбинаторно-креативной), пониманием пограничных состояний, в пределах которых возможна их педагогическая коррекция.

Совместные усилия психологии и педагогики должны снабдить учителей и преподавателей надежными инструментами тестирования и мониторинга формирования вышеуказанных способностей, включая уже упоминавшийся ИДКП, как инструмент индивидуализации учебного процесса, внеклассной и внешкольной работы.

Вместе со специалистами по компьютерным технологиям и искусственному интеллекту, при участии психологов, учителя-предметники, прежде всего, начальной и средней школы, но также и преподаватели относительно устоявшихся учебных дисциплин высшей школы должны развивать направление ПОП, соединяя преимущества программированного обучения с возможностями ИИ. Это позволит выявлять в учебном процессе логические, числовые, содержательные ошибки и пробелы в освоении дидактических единиц, осуществлять диагностику их причин для дозированного повторения неосвоенной информации, формулирования наводящих вопросов и применения других компонентов активного обучения. Вместе с тем, чтобы нивелировать отрицательные последствия индивидуализации обучения, следует разрабатывать и включать в учебный процесс задачи, сочетающие коммуникативные и коллаборационно-состязательные аспекты.

Медики, психологи и специалисты по социальной гигиене оказали бы существенную услугу обществу, если бы смогли сформулировать возрастные нормативы времени взаимодействия с устройствами ввода-вывода информации различного принципа действия. А разработчики цифровой компьютерной техники, совместно со специалистами по эргономике, опираясь на эти нормативы, разработали бы устройства, позволяющие осуществлять взаимодействие человека и компьютера при уровне физиологических нагрузок, близких к естественной норме. Параллельно, учитывая почти болезненную привязанность детей, подростков и молодежи к своим электронным гаджетам [26], было бы полезно часть усилий разработчиков такой техники направить на создание стендов и тренажеров, управляемых крупной моторикой (движениями головы, корпуса, конечностей) в соответствии с рекомендациями медиков. Это позволило бы в определенной степени уменьшить отрицательные последствия увлечения компьютерами для физического здоровья и развития детей и юношества.

Наконец, следует активизировать проектный подход, междисциплинарную дискуссию и исследования по методологическим основам формирования в общеобразовательной и высшей профессиональной школах целостной динамической системной картины мира, соответствующей новейшему уровню науки. Такой системный взгляд на мир, объединяющий все его уровни, вплоть до биологических и социальных основ человеческого поведения, межличностного взаимодействия в социумах и взаимодействия социумов, должен стать достоянием всех выпускников школ и ВУЗов, по крайней мере, на уровне общего ознакомления и понимания тенденций развития. Без этого эффективное включение новых поколений в хозяйственную и социальную жизнь в условиях развитой цифровой экономики не представляется возможным, тем более продуктивным.

Список литературы

1. *Ulam S.* Tribute to John von Neumann // Bulletin of the American Mathematical Society. May 1958. Vol. 64. № 3. Part 2. P. 1–49. https://doi.org/10.1090/S0002-9904-1958-10189-5
2. *Vinge V.* The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era / In: Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace, ed. G.A. Landis. NASA Publication, 1993. CP-10129, P. 11–22.
3. *Kurzweil R.* The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology. NY.: Penguin, 2006. 652 p. URL: https://www.grtl.org/Singularity-Is-Near.pdf
4. *Borders M.* The Social Singularity: How decentralization will allow us to transcend politics, create global prosperity and avoid the robot apocalypse. Social Evolution, 2018. 210 p.
5. *Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г.* Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы целенаправленного регулирования. М.: Наука, 1992. 207 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001636884
6. *Perez C.* Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Edward Elgar Pub, 2003. 198 p. URL: https://books.google.ru/books?id=FNW5RriDOGAC&redir_esc=y
7. *Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Ушаков Д.В.* Психологические факторы экономического поведения: системный взгляд // Terra Economicus. 2018. Т. 16. № 1. С. 20–36. https://doi.org/10.23683/2073-6606-2018-16-1-20-36. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=34916330

8. *Маркс К.* Манифест Коммунистической партии / Карл Маркс, Фридрих Энгельс. М.: Политиздат, 1982. 119 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001126860

9. *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление / отв. ред. *А.Л. Яншин*; АН СССР. М.: Наука, 1991. 270 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001579941

10. *Клейнер Г.Б.* Социально-экономические системы в контексте дуального пространственно-временного анализа // Экономика и управление: проблемы и решения. 2018. Т. 5. № 5. С. 5–13. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35286638

11. *Журавлев А.Л., Ушаков Д.В., Юревич А.В.* Менталитет, общество и психосоциальный человек (ответ участникам дискуссии) // Психологический журнал. 2017. Т. 38. № 1. С. 107–112. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=28358106

12. *Холодная М.А.* Психология интеллекта: парадоксы исследования. 2 изд., СПб.: Питер, 2002. 264 с. URL: http://transyoga.ru/assets/files/books/sposobnosti/psih_intellect_paradoksi.pdf

13. *Савельев С.В.* Нищета мозга. 3-е изд. М.: ВЕДИ, 2019. 200 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01009956646

14. *Величковский Б.М., Князев Г.Г., Валуева Е.А., Ушаков Д.В.* Новые подходы в исследованиях творческого мышления: от феноменологии инсайта к объективным методам и нейросетевым моделям // Вопросы психологии. 2019. № 3. С. 3–16. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39207105

15. *Ушаков Д.В.* Анатомия психологического знания / В кн.: Психологическое знание: современное состояние и перспективы развития. Сер. «Методология, история и теория психологии»: сб. науч. тр. / отв. ред. *В.В. Знаков, А.Л. Журавлев*. М.: 2018. С. 71–114. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32443607

16. *Знаков В.В.* Динамический подход к исследованию личности и процессуальный анализ в психологии субъекта // Психологический журнал. 2019. Т. 40. № 5. С. 27–34. https://doi.org/10.31857/S020595920006073-6. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=39543754

17. *Петрова А.С., Афанасьева Ю.В., Левкина Н.Н.* Информатизация образования: проблемы и перспективы // Интерактивная наука. 2017. № 11(21). С. 39–41. https://doi.org/10/21661/r-465136. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30554274

18. *Черниговская Т.В., Алексеева С.В., Дубасова А.В., Петрова Т.Е., Прокопеня В.К., Чернова Д.А.* Взгляд кота Шредингера: регистрация движений глаз в психолингвистических исследованиях. Монография. СПб.: СПбГУ. 2018. С. 228. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37138892

19. *Давыдов В.В.* Теория развивающего обучения. М.: ОПЦ «ИНТОР», 1996. 544 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001754689

20. *Гришина Н.В.* «Самоизменения» личности: возможное и необходимое // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология и педагогика. 2018. Т. 8. № 2. С. 126–138. https://doi.org/10.21638/11701/spbu16.2018.202. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35209180

21. *Черниговская Т.В.* Откуда мысль берется: разрешима ли психофизическая проблема? // Материалы XXIII съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова с международным участием 2017. М.: Истоки. С. 38. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35527381

22. *Левченко В.Ф.* Модели в теории биологической эволюции. СПб.: Наука, 1993. 381 с. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001665236

23. *Любищев А.А.* Проблема целесообразности / В кн.: Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М.: Наука, 1982. С.149–196. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001115384

24. *Мейен С.В.* Логико-методологические и теоретические стереотипы в биологии // В кн.: Природа биологического познания / АН СССР, Ин-т философии. М.: Наука, 1991. С. 21–23. URL: https://search.rsl.ru/ru/record/01001600809

25. *Пучковский С.В.* Избыточность живых систем: понятие, определение, формы, адаптивность // Журнал общей биологии. 1999. Т. 60. № 6. С. 642–653. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=14950334

26. *Черниговская Т.В.* Мозг и знаковые системы: чтение, музыка, математика / В кн.: Восьмая международная конференция по когнитивной науке. Тезисы докладов; отв. ред.: *А.К. Крылов, В.Д. Соловьев*. М.: Ин-т психологии РАН. 2018. С. 1255. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36698320

Поступила в редакцию: 05.09.2019; одобрена: 06.11.2019; опубликована онлайн: 30.12.2019

Об авторе:

Сирота Ефим Наумович, доцент, кафедра «Системный анализ в экономике», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (105187, г. Москва, ул. Щербаковская, д. 38), Москва, Россия, кандидат экономических наук, доцент, **ORCID: 0000-0002-2124-1087**, ensirota@fa.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

1. Ulam S. Tribute to John von Neumann. *Bulletin of the American Mathematical Society*. 1958; 64(3-2):1–49. https://doi.org/10.1090/S0002-9904-1958-10189-5 (In Eng.)
2. Vinge V. The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era. In: Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace, ed. G.A. Landis. NASA Publication, 1993. CP-10129. P. 11–22 (In Eng.)
3. Kurzweil R. The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology. NY.: Penguin, 2006. 652 p. Available from: https://www.grtl.org/Singularity-Is-Near.pdf (In Eng.)
4. Borders M. The Social Singularity: How decentralization will allow us to transcend politics, create global prosperity and avoid the robot apocalypse. Social Evolution, 2018. 210 p. (In Eng.)
5. Glaz'ev S. Yu., L'vov D. S., Fetisov G. G. The evolution of techno-economic systems: the possibilities and boundaries of targeted regulation. Moscow: Publishing House «Nauka», 2015. 208 p. (In Russ.)
6. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Edward Elgar Pub, 2003. 198 p. Available from: https://books.google.ru/books?id=FNW5RriDOGAC&redir_esc=y (In Eng.)
7. Kleiner G.B., Rybachuk M.A., Ushakov D.V. Psychological factors of economic behavior: a systematic view. *Terra Economicus*. 2018; 16(1):20–36. https://doi.org/10.23683/2073-6606-2018-16-1-20-36 (In Russ.)
8. Marx K. The manifesto of the communist party / C. Marx, F. Engels. Moscow: Politizdat. 1982. 119 p. (In Russ.)
9. Vernadskii V.I. Scientific thought as a planetary phenomenon. Moscow: Science. 1991. 270 p. (In Russ.)
10. Kleiner G.B. Socio-economic systems in the context of dual space-time analysis. *Economics and Management: Problems and Solutions*. 2018; 5(5):5–13 (In Russ.)
11. Zhuravlev A.L., Ushakov D.V., Yurevich A.V. Mentality, society and a psychosocial person (answer to the participants in the discussion). *Psychological journal.* 2017; 38(1):107–112 (In Russ.)
12. Kholodnaya M.A. Psychology of intelligence: the paradoxes of research. 2 ed. St. Petersburg: Peter, 2002. 264 p. (In Russ.)
13. Saveliev S.V. Poverty of the brain. 3-rd ed. Moscow: VEDI, 2019. 200 p. (In Russ.)
14. Velichkovskii B.M., Knyazev G.G., Valueva E.A., Ushakov D.V. New approaches to the study of creative thinking: from the phenomenology of insight to objective methods and neural network models. *Questions of psychology.* 2019; (3):3–16 (In Russ.)
15. Ushakov D.V. Anatomy of psychological knowledge: current status and development prospects. In: *Psychological knowledge: current state and prospects of development. Ser. Methodology, history and theory of psychology*. Ed. by Znakov V.V., Zhuravlev A.L. Moscow: 2018. P. 71–114 (In Russ.)
16. Znakov V.V. A dynamic approach to the study of personality and process analysis in the psychology of the subject. *Psychological Journal.* 2019; 40(5):27–34 (In Russ.)
17. Petrova A.S., Afanas'eva Yu.V., Levkina N.N. Informatization of education: problems and prospects. *Interactive science*. 2017; 11(21):39–41. https://doi.org/10/21661/r-465136 (In Russ.)
18. Chernigovskaya T.V. and others. A look of Schrödinger's cat: registration of eye movements in psycholinguistic studies. Monograph. St.

Petersburg: St. Petersburg State University, 2018. 228 p. (In Russ.)

19. Davydov V.V. Theory of Developmental Learning. Moscow: INTOR, 1996. 544 p. (In Russ.)
20. Grishina N.V. "Self-changes" of the personality: possible and necessary. Bulletin of St. Petersburg University. *Psychology and pedagogy.* 2018; 8(2):126–138. https://doi.org/10.21638/11701/spbu16.2018.202 (In Russ.)
21. Chernigovskaya T.V. Where does the thought come from: is the psychophysical problem solvable? In: Materials of the XXIII Congress of the Physiological Societynamed after I.P. Pavlov with international participation. Moscow: Istoki, 2017. P. 38 (In Russ.)
22. Levchenko V.F. Models in the theory of biological evolution. St. Petersburg: Nauka, 1993. 381 p. (In Russ.)
23. Lyubischev A.A. The problem of expediency. In: Problems of form, systematics and evolution of organisms. Moscow: Nauka, 1982. P. 149–196 (In Russ.)
24. Meyen S.V. Logical, methodological and theoretical stereotypes in biology. In: *The nature of biological knowledge*. Moscow: Nauka, 1991. P. 21–23 (In Russ.)
25. Puchkovskiy S.V. Redundancy of living systems: concept, definition, form, adaptability. *Journal of General Biology*. 1999; 60(6):642–653 (In Russ.)
26. Chernigovskaya T.V. The brain and sign systems: reading, music, mathematics. In: *The Eighth International Conference on Cognitive Science*. Ed. A.K. Krylov, V.D. Soloviev. Moscow: Institute of Psychology RAS. 2018. P. 1255 (In Russ.)

Submitted 05.09.2019; revised 06.11.2019; published online 30.12.2019

About the author:

Efim N. Sirota, Associate Professor, Department «System analysis in Economics», Finance University under the Government of the Russian Federation (38, Shcherbakovskaya str., Moscow, 105187), Moscow, Russian Federation, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, **ORCID: 0000-0002-2124-1087**, orphan_james@mail.ru

The author read and approved the final version of the manuscript.