

-
- Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Bakhtizina A.R. (2009). Computable model of the knowledge economy. *Economics and Mathematical Methods*, vol. 45, no. 1, pp. 70–82 (in Russian).
- Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Sulakshin S.S. (2007). Using computable models in public administration. Moscow, Scientific expert, 306 p. (in Russian).
- Makarov V.L. (1999). Computable model of the Russian economy (RUSEC). Working paper # WP/99/069. Moscow, CEMI RAS, 93 (in Russian).
- Uziakov M.N., Tkathenko A.V., Sapova N.N., Kheronsky A.A., Shirov A.A., Shoshkin S.P., Yantovsky A.A. (2004). Multilevel system of foreign trade forecasting models construction problems in transition economy. *Scientific Articles: Institute of Economic Forecasting (RAS)*, no. 2, pp. 10–23 (in Russian).
- Forrester J.W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.
- Zitzler E., Thiele L. (1999). Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength Pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, no. 3 (4), pp. 257–271.

Manuscript received 12.09.2018

СОВМЕСТНОЕ КОГНИТИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ – МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕГНАУКИ¹

*А.Е. Карлик, В.В. Платонов,
С.А. Кречко*

Целью данной статьи является расширение процедуры когнитивного картирования для ее трансформации из метода научного исследования в инструмент поддержки принятия управленческих решений, способствующий реализации потенциала меганауки (крупномасштабных специализированных исследовательских установок коллективного использования мегакласса) в организации междисциплинарных проектов. Важный эффект меганауки состоит в возможности организации междисциплинарных исследований и внедрения их результатов в хозяйственную практику. В перспективе бизнес-аналитики могут характеризовать меганауку как распределенную сеть нематериальных активов при концентрации материального капитала. Большое когнитивное разнообразие, информационная перегрузка и неявные знания,

© Карлик А.Е., Платонов В.В., Кречко С.А.,
2018 г.

Карлик Александр Евсеевич, д.э.н., профессор, заведующий кафедрой, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. Санкт-Петербург, Россия, karlik1@mail.ru

Платонов Владимир Владимирович, д.э.н., профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. Санкт-Петербург, Россия, vplatonov@inbox.ru
Кречко Светлана Андреевна, старший преподаватель, Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Республика Беларусь, kre4kosa@gmail.com

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 16-02-00103).

характерные для междисциплинарных исследований и взаимодействия между наукой и бизнесом, создают барьеры для обработки данных, фильтрации информации и представления знаний, что препятствует появлению междисциплинарных проектов. В статье приводится обоснование аналитического подхода, стимулирующего принятие решений в междисциплинарных и инновационных проектах, на примере меганауки при взаимодействии представителей различных дисциплин, а также представителей бизнес-сообщества, включая алгоритм новой управленческой процедуры. Согласно данному подходу обработка данных, фильтрация информации и представление знаний выполняются в циклах взаимодействия между человеком и машиной, которые повторяются до достижения желаемой когнитивной дистанции. Такая аналитическая процедура дает возможность выявить коллективное знание (представление) управленческой команды. Преимущество предлагаемого подхода заключается в том, что он позволяет устранить субъективность в создании пула начальных конструкторов путем машинной фильтрации слабоструктурированных больших данных. С помощью полученных нами результатов управленцы смогут решать сложнейшую задачу – анализировать сложные хозяйственные системы, причем не только системы проектного типа, но и такие системы объектного типа, как страна, регион, отрасль, предприятие.

Ключевые слова: меганаука, совместное когнитивное картирование, большие данные, цифровизация, мультидисциплинарные команды, междисциплинарные исследования, инновационные проекты.

JEL: O31, O32.

ВВЕДЕНИЕ

Прорывные открытия чаще совершаются на стыке между различными дисциплинами, а проекты, приводящие к появлению радикальных, прорывных инноваций, обычно требуют взаимодействия между наукой и бизнесом. Трудно переоценить значение таких открытий и инноваций для развития науки и экономического прогресса (Edmondson, Harvey, 2018). Однако существует серьезный барьер

тому, чтобы они стали экономической реальностью. Такой барьер – *когнитивная дистанция* (Карлик, Платонов, 2016), отражающая различие в представлениях об объективной реальности между людьми, обусловленное их образованием и опытом профессиональной деятельности. Такая дистанция затрудняет взаимопонимание между членами команды, выработку общего видения и формирование стратегии. Обычно такая дистанция больше в междисциплинарных и инновационных проектах, включающих взаимодействие между наукой и бизнесом, и во всех других случаях, когда в процессе принятия решений участвуют представители разных областей знаний, дисциплин, секторов и отраслей экономики. Этот барьер – обратная сторона преимуществ таких проектов.

Когнитивная дистанция является фактором появления новых идей и в конечном итоге прорывных инноваций. Когда в проектах взаимодействуют специалисты в одной дисциплине, им относительно просто найти общий язык друг с другом. Совсем иное дело, когда для того, чтобы начать проект, необходимо совместное творчество ученых из разных областей знаний, например физиков и медиков, тем более когда требуется взаимодействие между учеными и бизнесменами. Теоретически очевиден высокий экономический потенциал междисциплинарных инновационных проектов, но на пути их практической реализации встает тот же когнитивный барьер: чтобы появилась и начала воплощаться идея такого проекта, специалисты должны сформировать общее видение. Особенное значение в плане возможностей проведения междисциплинарных исследований и взаимодействия на этой основе в инновационных проектах между наукой и бизнесом имеет меганаука.

Меганауку можно охарактеризовать как распределенную сеть нематериальных активов с концентрацией материального капитала. Ее эффект обусловлен широкими возможностями междисциплинарных исследований в результате сотрудничества между представителями различных дисциплин. Меганаука

является не техническим, а организационно-экономическим феноменом. Ее суть состоит в организации масштабных исследовательских проектов с концентрацией сложного и дорогостоящего исследовательского оборудования в научных центрах и децентрализацией нематериальных ресурсов в распределенной научной сети. В данной публикации меганаука выбрана в качестве контекста для рассмотрения нового расширения метода когнитивного картирования – *совместного когнитивного картирования* (СКК), комбинирующего анализ когнитивного разнообразия с использованием массивов больших данных и превращающего когнитивное картирование в инструмент командной работы управленцев. Таким образом, когнитивное картирование для анализа когнитивного разнообразия трансформируется из метода научного исследования в инструмент поддержки принятия стратегических решений. Предлагаемая процедура является весьма трудоемкой, а значит, ее внедрение требует значительных финансовых затрат и, что не менее существенно, затрат времени ученых и управленцев, непосредственно вовлеченных в ее реализацию.

Меганаука выбрана в качестве контекста для рассмотрения процедуры СКК, поскольку она наилучшим образом отвечает критериям экономического обоснования ее применения. Первый критерий – экономия на масштабах. Междисциплинарные проекты меганауки являются крупномасштабными, их финансирование исчисляется миллиардами рублей. Второй критерий – комплементарность активов. Транзакционные издержки в краткосрочном периоде увеличиваются, но в долгосрочной перспективе за счет оптимального использования комплементарных ресурсов извлекается большая выгода (Баджо, Шерешева, 2014). В материальные активы меганауки уже инвестированы средства, порядок которых составляет миллиарды долларов, – таковы, например, токамаки, источники синхротронного излучения и нейтронные источники. В этой ситуации инвестиции в комплементарный (дополняющий) нематериальный актив – орга-

низационно-управленческое ноу-хау, которое представляет СКК, обеспечивают синергический эффект путем лучшего использования уже созданного научного потенциала для междисциплинарных проектов. Третьим критерием является возникновение *технологического рычага* (Platonov, 2000; Tkachenko et al., 2016). Это означает, что в рамках меганауки ученые различных дисциплин используют одно и то же оборудование. Внедрение СКК как инструмента для поддержки междисциплинарных исследований способствует формированию *междисциплинарной кооперационной сети*. Эффект технологического рычага возникает именно в таких проектах, так как новые знания, созданные в одной дисциплине, распространяются для максимально возможного числа потенциальных приложений в других дисциплинах и отраслях экономики. Помимо меганауки существуют и традиционные мегапроекты, например строительство крупнейших автомагистралей или трансконтинентальных трубопроводов. Такие проекты также могут соответствовать указанным критериям.

Однако уникальность междисциплинарных проектов меганауки среди других мегапроектов заключается в наличии *значительного когнитивного разнообразия*, делающего внедрение СКК актуальным и экономически обоснованным. Вместе с тем применение метода СКК может оказаться экономически обоснованным не только для систем проектного типа, но и для наиболее распространенного типа хозяйственных систем повышенного уровня сложности – систем объектного типа, прежде всего для крупнейших компаний.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В ДАННОЙ ОБЛАСТИ

В этой статье мы предлагаем инструмент для улучшения взаимодействия между представителями различных дисциплин, а также между представителями науки и биз-

неса для формирования новых проектов – СКК. Задачей статьи является разработка аналитического подхода к принятию решений для применения СКК, чтобы стимулировать инициирование новых проектов с использованием методов меганауки. Статья развивает тему ментальных (когнитивных) моделей и причинно-следственного картирования лиц, принимающих стратегические решения, которая уже разрабатывалась в статьях, опубликованных в журнале (Елисеева и др., 2015, 2016).

Ментальная модель (ММ) представляет собой субъективное представление о том, что объективно имеет место в реальном мире (Forester, 1971). В нашем случае это – выделенные разработчиками проекта важнейшие факторы и взаимосвязи (просеянные через их ментальное сито), которые влияют на принятие стратегических решений. Они представляют собой не теоретические построения, а образ реальной системы. Анализ ММ следует рассматривать как перспективный подход, позволяющий преодолевать отвлеченность теории, оторванность идеализированного объекта от реальной хозяйственной системы, например проекта или компании. Построение ММ происходит путем психологических преобразований, когнитивных процессов, с помощью которых субъект приобретает, хранит, копирует, извлекает информацию и манипулирует ей. Методом выявления ММ является *когнитивное картирование*, примененное во второй половине 1970-х гг. Робертом Аксельродом (Axelrod, 1976) для исследования в области общественных наук и получившее широкую популярность именно как ключ к изучению *сложных хозяйственных систем*. Таким образом, *когнитивная модель* представляет собой ММ, выявляемую в ходе когнитивного картирования и представленную в виде *причинно-следственной карты*. ММ – вариант концептуальной карты в виде ориентированного графа, показывающего причинно-следственные зависимости между ключевыми концепциями/факторами/конструктами.

Указанные выше статьи (Елисеева и др., 2015, 2016) были посвящены анализу результатов эмпирических исследований. Наша статья подходит к проблеме по-иному, предлагая управленческий инструмент поддержки принятия решений – СКК. Целью использования когнитивного (причинно-следственного) картирования и анализа когнитивной дистанции в указанных выше статьях было исследование проблематики стратегического управления и расширение понимания функционирования сложных хозяйственных систем, которые представляют собой современные фирмы. Напротив, данная статья подходит к когнитивному картированию с нормативной стороны (Абрамова, Авдеева, 2008) – не как к методу исследования процесса принятия решений, а как к управленческому инструменту поддержки принятия стратегических решений. При СКК в разработке причинно-следственных карт непосредственно участвуют лица, принимающие решения, в рамках исследовательской процедуры им отводилась пассивная роль. Играя активную роль, управленцы формируют общее понимание проблемы и в итоге иницируют междисциплинарные инновационные проекты.

Другое важное отличие состоит в том, что когнитивная дистанция изучается в нашем научном исследовании для лучшего понимания того, как принимаются стратегические решения. Когнитивная дистанция – управленческий инструмент, она используется в качестве критерия принятия стратегических решений. Применение СКК (как инструмента) рассмотрено в приложении к проектам меганауки, так как они представляют интерес в силу своей междисциплинарной природы, а в экономическом плане – по причине использования такого мощного и дорогостоящего специализированного исследовательского оборудования, как источники синхротронного излучения и нейтронов или лазеры на свободных электронах. В плане менеджмента меганаука – организационно-управленческая инновация, научная инфраструктура и сетевая форма организации объектов мегакласса.

Меганаука в перспективе междисциплинарных исследований и инноваций в бизнес-секторе

Даже в научной и специальной литературе термин «междисциплинарный» используется обычно в широком смысле, хотя постепенно его начинают дифференцировать. В этом случае наряду с междисциплинарностью выделяются понятия «мультидисциплинарность (многодисциплинарность)» и «трансдисциплинарность». Мультидисциплинарные проекты относятся к таким научным проектам, где используются знания различных дисциплин, но их синтеза в них не происходит. Междисциплинарность в строгом понимании этого термина синтезирует знания различных дисциплин. Трансдисциплинарность позволяет интегрировать естественнонаучные, социальные и гуманитарные знания. Так, например, применительно к классификатору РФФИ такие проекты означают участие представителей различных областей знаний (в этом случае различаются две первые цифры классификатора). Междисциплинарные проекты меганауки в строгом понимании указанных терминов включают как многодисциплинарные проекты, так и наиболее сложные междисциплинарные. Ввиду распространенности термина «междисциплинарность» в русском языке (106 тыс. соответствий в Google) (в сравнении с термином «мультидисциплинарность/многодисциплинарность» (18 тыс. соответствий)) в данной статье этим термином обозначены как собственно междисциплинарные, так и мультидисциплинарные проекты, если контекст не требует иного.

Предлагаемая в статье процедура СКК ориентирована на мульти- и междисциплинарные проекты. Она будет экономически неоправданной для проектов в рамках одной дисциплины. Исключения составляют инновационные проекты, которые связаны с внедрением результатов монодисциплинарных исследований в отраслях экономики, не являющихся смежными с данными научными дисциплинами. В качестве примера смежных на-

учных дисциплин и отраслей можно привести дисциплину 02–4 «Радиофизика, электроника, акустика» (классификатор РФФИ) и отрасль 26.30.15 «Производство радиоэлектронных средств связи» (классификатор ОКВЭД). При переходе от многодисциплинарных проектов к междисциплинарным содержание процедуры СКК не меняется, так как большая степень когнитивного разнообразия ведет к увеличению числа итераций в процедуре картирования, изложенной ниже. По этой причине СКК может в перспективе применяться не только к мульти- и междисциплинарными исследованиям, но при иницировании трансдисциплинарных проектов, так как в предлагаемой процедуре на входе алгоритма не существует верхнего ограничения для когнитивного разнообразия.

В России термин «меганаука» получил официальное толкование в 2011 г. на встрече в Министерстве образования и науки; меганаука была определена как проекты исследовательских установок, финансирование создания и эксплуатации которых выходит за рамки возможности отдельных государств². В плане менеджмента меганаука представляет собой типичную организационно-управленческую инновацию (Карлик, Платонов, 2015), которая заменила так называемую *большую науку* – науку в крупных коллективах, научные установки и их финансирование, существовавшее во времена холодной войны. С ее окончанием возникло противоречие между сохраняющейся потребностью в создании сверхдорогих научных установок, необходимых для будущего науки, и значительным сокращением объемов ее финансирования, ранее вызванных соревнованием сверхдержав. Меганаука решает такое противоречие, изменяя парадигму организации науки, она вводит новую организационную форму коллективного использования крупных исследовательских установок.

² Минобрнауки РФ. Пресс-релизы. 2011-06-24. URL: <http://old.nanonewsnet.ru/articles/2011/v-minobrnauki-rossii-otobrali-shest-megascience-finalistov>.

Благодаря этому нововведению иерархическая организация большой науки заменяется сетевой организацией, обладающей существенными отличиями (Карлик, Платонов, 2016). Возможности сотрудничества в меганауке обусловлены технологическими характеристиками мегаустановок, которые позволяют одновременно проводить исследования сотням ученых. В отношении инновационных проектов она позволяет интегрировать науку в цепочки создания ценности, превращая результаты исследований в ресурс, обладающий ценностью для бизнеса.

Взаимодействие представителей разных дисциплин дает важный эффект для научной и инновационной деятельности (Edmondson, Harvey, 2018), но для взаимодействия между наукой и бизнесом требуется организация сложных междисциплинарных проектов в строгом понимании этого термина, а иногда даже проектов с элементами трансдисциплинарности. Междисциплинарные исследования считаются важными для прогресса современной науки, особенно благодаря их способности решать наиболее важные задачи, стоящие перед человечеством, которые являются системными и, следовательно, междисциплинарными по своей природе.

Однако такие эффекты меганауки не гарантированы. Инициирование междисциплинарных проектов является удачей, а междисциплинарных проектов – большой удачей. Использование одних и тех же крупных исследовательских установок представителями разных дисциплин вовсе не означает их реального взаимодействия в научных исследованиях или организацию проектов, которые обладают ценностью для бизнеса. Было бы правильнее вести речь о потенциальном эффекте меганауки для развития междисциплинарного, а тем более междисциплинарного сотрудничества. Возможность реального получения такого эффекта связана с устранением барьеров кооперации, которые препятствуют сетевому взаимодействию представителей разных научных дисциплин/различных областей знания. Решение проблем сетевого взаимодействия

в рамках меганауки не только позволило бы воплотить ее потенциальные эффекты, но и способствовало бы созданию возможности для взаимодействия между наукой и бизнесом, тесно связанному с использованием результатов междисциплинарных исследований. Здесь речь идет о тех междисциплинарных проектах меганауки, которые находятся на стыке фундаментальных и прикладных исследований. Именно в них можно ожидать результатов для еще более сложных инновационных проектов. Мегаустановки позволяют проводить прикладные исследования, направленные на использование в бизнесе результатов фундаментальной науки, которые при другой форме организации больших проектов были бы невозможны по экономическим причинам – они очень дорогостоящие. Другими словами, вне сетевой организации меганауки такие проекты были бы невозможны из-за их огромного масштаба, неприемлемо высокой себестоимости, вызванной сверхбольшими постоянными издержками строительства специализированных исследовательских объектов для осуществления нескольких проектов.

Исследование когнитивных аспектов сложных хозяйственных систем

Меганаука представляет особый интерес как объект исследований в области экономики и управления не только из-за новизны организационного подхода, большого масштаба мегапроектов, возникновения широкой распределенной сети, но не в меньшей степени благодаря беспрецедентно высокому значению интеллектуального труда. Питер Друкер акцентировал внимание на фундаментальной разнице в планировании и оценке такого труда из-за различий в физической и интеллектуальной деятельности. Так, практически невозможны постановка точной задачи и оперативный контроль над интеллектуальным трудом и ее решением без активного участия самих исполнителей – работников интеллектуального труда (Drucker, 1999). По

этой причине метод СКК при участии работников интеллектуального труда в формулировании целей и задач исследовательских проектов представляется весьма перспективным для организации проектов меганауки и их ориентации на достижение экономической эффективности.

Понимание таких сложных систем, как меганаука, состоящих из большого числа разнородных элементов со многими взаимозависимостями, часто осложненными причинно-следственной неопределенностью (когда не ясно направление причинно-следственной связи), превышает когнитивные способности человека. Такая задача в ситуации информационной перегрузки может быть решена либо поглощением сложности (complexity absorption) с компьютерной обработкой данных для извлечения и фильтрации соответствующей информации, либо путем создания абстрактного образа сложной реальности (Voisot, 1998), когда решение задачи абстрагирования передается мозгу человека. Так, в рамках системной парадигмы Г.Б. Клейнер рассматривает ММ как побочный продукт, который создается в ходе хозяйственной деятельности наряду с товарами и услугами (Клейнер, 2008). Более того, ментальной подсистеме придается важное значение в рамках системной парадигмы менеджмента (Клейнер, 2002).

Когнитивные проблемы уже долгое время находятся в центре внимания исследований и разработок в нашей стране. Прежде всего следует назвать такой исследовательский центр как Лаборатория «Когнитивного моделирования и управления развитием ситуаций» ИПУ РАН в Москве (Н.А. Абрамова, З.К. Авдеева, С.В. Коврига, В.И. Максимов, А.Н. Райков). В Санкт-Петербурге Б.А. Кукор с коллегами применила когнитивные технологии в системах стратегического управления.

Абстракция, получаемая путем построения ММ сложной реальности, имеет тем большее значение для бизнес-аналитики, чем выше интеллектуальные способности тех, кто ее осуществляет, и чем сложнее по-

стигаемая таким образом реальность (Елисеева и др., 2015; Bergman et al., 2016). При разработке и оценке проектов, связанных с взаимодействием между наукой и бизнесом, выполняются оба эти условия. Такой подход еще важнее для проектов меганауки, требующих формирования больших и сложных сетей для внедрения результатов передовых научных исследований. Важнейшими узлами такой распределенной сети являются ученые, те самые работники интеллектуального труда, о которых рассуждал П. Друкер. Применение когнитивных методов, основанных на участии исполнителей, устраняет противоречие между субъектом и объектом управления в условиях интеллектуальных проектов. Это особенно актуально для мульти- и междисциплинарных проектных команд, состоящих из ведущих экспертов в своих областях, потому что компетенция этих участников неизбежно превышает компетенцию внешних модераторов или менеджеров проектов. Проще говоря, эти методы позволяют решить фундаментальное противоречие информационной асимметрии, возникающее всякий раз, когда мы управляем наукой как социальным институтом: как управленец, не являющийся специалистом-предметником, может эффективно контролировать исполнителя, который является лучшим специалистом в своей предметной области, а следовательно, обладает большим объемом знаний по этой дисциплине? Данное противоречие, наиболее острое в междисциплинарных исследованиях и при взаимодействии науки и бизнеса, создает проблемы для фильтрации информации и представления знаний в проектах, подобных меганауке. СКК устраняет это противоречие путем совмещения субъекта и объекта управления: извлекая и анализируя знания, хранящиеся в ММ, т.е. путем представления ММ в виде матриц смежности, а затем через причинно-следственные карты в виде ориентированных графов, которые являются предметом анализа самими специалистами-предметниками. Такой подход позволяет выявить наиболее важные проблемы (факторы, конструкты,

концепции), а затем выполнить качественный и количественный анализ полученной информации с помощью компьютера.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Предлагаемая методика позволяет выявить глубокие факторы и зависимости в прикладных целях и построить нормативную модель представления знаний.

Когнитивное разнообразие

В контексте науки и инноваций *сознание* относится к широкому спектру умственной деятельности, включающей ощущение, восприятие, понимание, категоризацию, построение умозаключений, оценочных суждений, проявление чувств и эмоций, которые являются тесно взаимосвязанными (Cloge, Huntsinger, 2007). Когнитивное разнообразие между партнерами является важным преимуществом для творческой деятельности, но в то же время оно препятствует взаимопониманию и, следовательно, затрудняет координацию, что оказывается серьезным недостатком при прикладном использовании знания. Поскольку компетентность лиц, работающих в разных секторах и отраслях экономики или в различных научных дисциплинах, была сформирована в результате различного образования и практического опыта, специалисты из разных дисциплин или секторов воспринимают и интерпретируют информацию по-разному. Это разнообразие чрезвычайно важно для открытия и инноваций, а также поиска новых возможностей в бизнесе. Существуют эмпирические данные (Nootboom, et al., 2007), показывающие, что влияние когнитивного разнообразия на результативность инновационной деятельности описывается параболой с ветвями, направленными вниз. Это означает, что вначале рост когнитивного

разнообразия приводит к росту такой результативности, а с какого-то момента дальнейший рост приводит к обратному результату. Таким образом, существует оптимальное когнитивное разнообразие, и оно будет больше для ситуации поиска нового знания, которое имеет место в междисциплинарных проектах меганауки, по сравнению с использованием ранее накопленных знаний, которое характерно для проектов в бизнесе, не связанных со взаимодействием с наукой. Поскольку когнитивное разнообразие благоприятствует поиску нового знания и неблагоприятно для деятельности, связанной с применением уже существующего знания (Карлик, Платонов, 2016), вероятность различных видов инноваций в бизнесе зависит от количественных изменений межотраслевой/междисциплинарной дистанции.

Межотраслевая/междисциплинарная дистанция означает принадлежность участников (в данном случае членов проектной команды) различным отраслям, секторам экономики, с одной стороны, и подсистемам, областям знания и научным дисциплинам, с другой. Так как межотраслевая/междисциплинарная дистанция определяется на основе классификаторов, например Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД) или классификатора РФФИ, для ее определения используется *номинальная шкала*, и, следовательно, количественно она может быть определена только на основе частот, с которыми в проектной команде встречаются представители отдельных дисциплин (подробнее об этой проблеме и количественном определении межотраслевой дистанции см. (Карлик, Платонов, 2016)). Предельно упрощая: междисциплинарная дистанция будет выше в проекте, где высока доля представителей различных областей знаний (две цифры по классификатору РФФИ), чем в проекте, в котором участвуют представители дисциплин из одной области знания (пять цифр по классификатору РФФИ). Следует особо отметить, что в противоположность проблеме с квантификацией

междисциплинарной/отраслевой дистанции когнитивное разнообразие в рамках предлагаемого подхода строго измеряется количественно как степень расхождения между индивидуальными и коллективными ММ (подробнее см. ниже).

Информационная перегруженность и неявные знания

Для рассмотрения междисциплинарного взаимодействия и взаимодействия науки и бизнеса необходимо учесть свойства знаний в плане бизнес-аналитики. Наиболее значимой является разница между *неявным* и *явным знанием*. Явное знание может быть систематизировано и формализовано, представлено и передано в виде цифр, формул, спецификаций, руководств и аналогичных материалов. Неявное знание персонифицировано, и его сложно сформулировать. Оно включает догадки, интуицию и т.п. Связь между неявным и явным знанием влияет на интенсивность инновационной деятельности, так же и когнитивное разнообразие зависит от межотраслевой/междисциплинарной дистанции. Неявные знания важны для фундаментальных исследований и радикальных инноваций. Явные знания необходимы для применения накопленных знаний и повышения эффективности инноваций на основе результатов предыдущих исследований. В приложении к когнитивному картированию и междисциплинарным проектам необходимо дифференцировать недостаточный уровень кодификации знания от неявного знания, которое принципиально не поддается артикуляции, так как этот момент определяет формы реализации неявного знания в конкретных ситуациях (Gao, Nakamori, 2003). Та часть процедуры выявления ММ, которая основана на взаимодействии специалистов путем совместного участия в когнитивном картировании, позволяет артикулировать любые неявные знания через выявление ММ.

Аналитический подход к совместному когнитивному картированию на основе взаимодействия между человеком и машиной

Когнитивное картирование первоначально разрабатывалось как метод эмпирических исследований, а не нормативный метод поддержки принятия решений. В этой связи использование СКК дает двойной эффект. Оно обеспечивает более удобный подход к эмпирическим исследованиям, делая процедуру выявления ММ более эффективной с точки зрения затрат денег и времени. Но для данного обсуждения существенно, что СКК дает новый для бизнес-аналитики инструмент, выявляя когнитивные модели лиц, принимающих решения, позволяет генерировать знания, необходимые для принятия решений в бизнесе.

Существенным недостатком СКК, который подрывал его объективность, являлся субъективизм в формировании исходного пула актуальных проблем. На рис. 1 представлен методический подход, предназначенный для компенсации этого недостатка, возникающего из взаимодействия человека с машиной с использованием *больших данных* (big data), генерируемых в кооперационной сети меганауки. Данное методическое решение соответствует общей тенденции конвергенции когнитивных и информационных технологий (Lobanov et al., 2017). Процедуры, выполняемые человеком, обозначены на схеме буквой Н, а процедуры, выполняемые машиной, – буквой М. Обратный контур отражает возможность выполнять дополнительные итерации, пока не будет достигнут целевой (желательный/оптимальный) показатель когнитивной дистанции (см. предыдущий раздел).

Методика выявления ментальных моделей для совместного когнитивного картирования

В конечном итоге аналитический подход позволяет сформировать коллективное

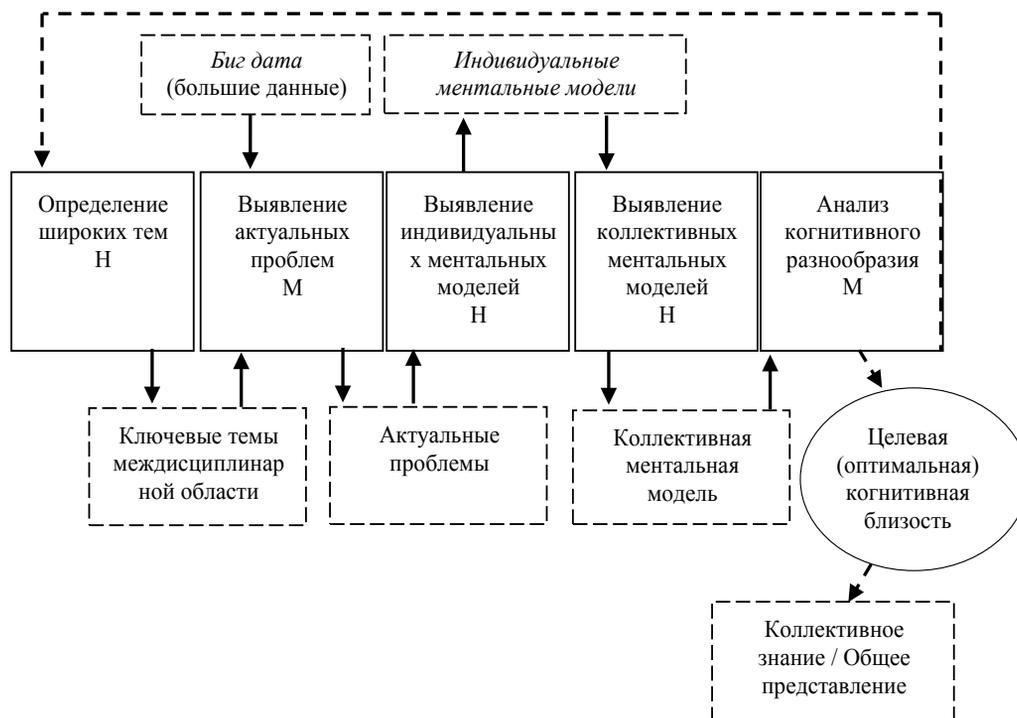


Рис. 1. Аналитический подход к совместному когнитивному картированию на основе взаимодействия человека и машины

знание или общее представление междисциплинарной команды о проблеме, лежащей в основе проекта. Это та коллективная ММ, которая соответствует ситуации выполнения условия желательной или оптимальной когнитивной близости. Такую модель в иерархии «данные – информация – знания – мудрость» (Rowely, 2007) можно назвать коллективной мудростью мультидисциплинарной команды.

Процедура СКК тесно связана с разработкой эвристических инструментов, но имеет иной характер. Причинно-следственные и когнитивные карты очень похожи на диаграммы влияния, но последние относятся к особым инструментам принятия решений, рассмотрение которых выходит за рамки данной статьи. В данном же случае в отличие от нормативного когнитивного моделирования имеет место адаптация инструмента эмпирического исследования – СКК и анализа когнитивного разнообразия – для поддержки принятия решений.

СКК начинается с разработки определения широких тем и перечня актуальных проблем и заканчивается применением результатов в процессе организации междисциплинарных проектов. Разработка перечня актуальных проблем является самой важной процедурой, поскольку ее результат – набор значимых проблем/конструктов/факторов/концепций (далее – проблемы), который войдет как в индивидуальные ММ, так и в коллективные ММ проектной команды. Другими словами, набор значимых проблем закладывает основу для всех последующих процедур. Тем не менее процедура определения этого набора – слабое звено СКК из-за субъективного, во многом произвольного отбора актуальных проблем. Существующая процедура идентификации актуальных проблем представляет собой экспертную процедуру с минимальной формализацией и компьютерной поддержкой, ее можно применять для СКК

в узкой предметной области, но не в междисциплинарных проектах. Причина здесь простая – междисциплинарных экспертов, практически не существует (Mayer-Schonberger, Cukier, 2013).

В традиционной процедуре модераторы на этом этапе определяют на основе своих знаний и опыта наиболее актуальные темы в предметной области проекта, а затем используют профессиональную литературу, чтобы составить список из 50–100 важных вопросов, соответствующих выбранным темам. Затем участникам предлагаются случайные вопросы – так, чтобы каждый выбрал по 12 вопросов, которые он/она считает наиболее значимыми. Участникам необходимо указать выбранные (с использованием шаблона) конструкты и связать их стрелками, чтобы показать причинно-следственные связи между ними.

Ранее мы попытались улучшить эту процедуру, предоставив каждому участнику возможность по своему усмотрению добавить еще два вопроса, не включенные в первоначальный список (Елисеева и др., 2015; Bergman et al., 2016), что в некоторой степени смягчило субъективность выбора первоначального списка актуальных проблем. Однако этого оказалось недостаточно для повышения объективности в практических приложениях и междисциплинарных проектах и учета особенностей, связанных с взаимодействием между наукой и бизнесом в меганауке. Здесь потребуется участие экспертов с мультидисциплинарными знаниями и опытом в науке и бизнесе. Такие специалисты должны обладать профессиональными навыками для интеграции информации и знаний различных дисциплин. Экспертов с такими знаниями, навыками и умениями, способных управлять как академическими, так и технологическими знаниями, не готовят в современной системе образования (Davenport, Pati, 2012; De Mauro et al., 2016). Более того, словосочетание *мультидисциплинарный специалист* или *междисциплинарный специалист* следует рассматривать как оксюморон.

Процедура разработки списка актуальных вопросов стала бы значительно более точной с применением машинного анализа *больших данных*. Машинный анализ позволил бы решить проблему субъективного и произвольного выбора первоначального пула проблем. При таком подходе модератору остается решить единственную важную задачу – определить начальные широкие темы. Следующий же шаг – текстовый анализ – выполняется машинным способом.

Большие данные рассматриваются здесь как нематериальный актив, характеризующийся таким высоким объемом, скоростью и разнообразием, что его трансформация в ценность требуют специальных технологий и аналитических методов. Одной частью больших данных являются также неструктурированные или слабоструктурированные текстовые данные, полученные в результате сетевого взаимодействия в научных дисциплинах, связанных с областью проекта и слабоструктурированной деловой информацией. Другая часть базы данных – публикации в научной и деловой литературе, а также текстовые данные, относящиеся к профессиональным форумам, включая отзывы, комментарии и обсуждения, связанные с публикациями. Аналитические подходы, поддерживающие эту процедуру, включают (но не ограничиваются) следующие методы: кластерный анализ, модели регрессии, анализ социальных сетей и визуализация данных.

Количественный анализ когнитивного разнообразия коллективных ментальных моделей

Коллективная ММ является результатом социального взаимодействия в команде, занятой управлением проектом, и отражает взгляды и убеждения, которые разделяют коллеги. Построение *коллективных карт* – одна из ключевых процедур, поскольку процесс принятия решений в междисциплинарной науке и в инновационных проектах, на стыке

науки и бизнеса, может быть только коллективным явлением. Построение общей причинно-следственной карты является инструментом моделирования коллективной ММ. Это компьютерная процедура, в результате которой формируется матрица смежности размером 100×100 , соответствующая списку из 50 актуальных вопросов (Елисеева и др., 2015).

Анализ когнитивного разнообразия позволяет лучше понимать значимые в науке факторы, влияющие на когнитивное разнообразие в команде (входящая проблематика) и все аспекты управления проектами, на которые воздействует когнитивное разнообразие (исходящая проблематика). Результаты анализа могут быть исследованы в контексте экономических, научных, социальных и других факторов, влияющих на уровень когнитивного разнообразия (входящая проблематика). Далее могут быть рассмотрены те аспекты науки, общества и бизнеса, на которые влияет когнитивное разнообразие (исходящая проблематика).

Процедура СКК продолжается до достижения целевой когнитивной дистанции

Подход к определению когнитивной дистанции в процедуре СКК основывается на обратной параболической зависимости результативности взаимодействия в научных и инновационных проектах от когнитивной дистанции, установленной в (Nootboom et al., 2007). Исходя из существования данной зависимости, мы предлагаем использовать формулу (1) для определения характера связи между когнитивной дистанцией (DR) и результативностью взаимодействия:

$$X_e = K \times (DR_z - L) + E, \quad (1)$$

где X_e – ожидаемая эффективность взаимодействия участников в ходе сессий (итераций алгоритма) СКК; DR_z – когнитивные дистанции коллективных ММ, полученных в ходе последовательных сессий СКК (z); $DR_z \in [0; 1]$,

т.е. идентичные ММ будут иметь значение DR , равное нулю, а единица указывает на наибольшее разнообразие; E – максимально возможная эффективность взаимодействия участников, $E \in X_e$; $K < 0$.

Формула (1) является обратной параболической функцией с ветвями, направленными вниз. При таком подходе E обозначает гипотетически максимальную эффективность кооперационного взаимодействия, которая может быть достигнута при полном нивелировании противоречивого влияния факторов когнитивной дистанции, когда член слева [$K(DR_z - L)$] равен нулю. Данный показатель, а также параметр L задают координаты вершины параболы с ветвями, направленными вниз. Эту направленность задает параметр $K < 0$.

Формула (2) определяет значение когнитивной дистанции (согласно (Langfield-Smith, 1992; Елисеева и др., 2015; Bergman et al., 2016)). В числителе формулы – расстояние между двумя причинно-следственными картами, а знаменатель показывает максимально возможное расстояние с учетом всех важнейших компонентов когнитивного разнообразия. Тогда идентичные ММ будут иметь значение DR , равное нулю, а наиболее различные причинно-следственные карты будут иметь значение DR , равное единице:

$$DR = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p \text{diff}(i, j)}{\left(6p_c^2 + 2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2 - (6p_c + (p_{u_A} + p_{u_B}))\right)}, \quad (2)$$

$$\text{diff}(i, j) = \begin{cases} 0, & \text{если } i = j; \\ 1, & \text{если } i \text{ или } j \notin P_{\bar{n}} \\ & \text{и } i, j \in N_A \text{ или } i, j \in N_B \\ |a_{ij} - b_{i,j}|, & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где i и j – строки двух расширенных ассоциативных матриц; p – число узлов, общих в двух расширенных ассоциативных матрицах размера p ; N_A – число узлов в первой ассоциативной

матрице; N_B – число узлов во второй ассоциативной матрице; P_c – множество узлов, общее для обеих матриц; p_c – число этих узлов; p_{uA} – число уникальных узлов первой ассоциативной матрицы; p_{uB} – число уникальных узлов второй ассоциативной матрицы; a_{ij} и b_{ij} – значения строки i и столбца j соответственно первой и второй ассоциативной матрицы.

Для расчета DR или, количественного определения того, как отличаются взгляды представителей различных дисциплин, а в случае инновационных проектов – ученых и бизнесменов необходимо учитывать ряд компонентов когнитивного разнообразия (Елисеева и др., 2015). Прежде всего сюда относится различие во взглядах на то, что следует называть проблемой и насколько та или иная проблема существенна. Элементы, которые один участник считает важными для своей концептуальной картины мира науки или экономики, другой участник может не включать в число важных проблем. Следующая характеристика – наличие или отсутствие взаимосвязи между проблемами. Она похожа на предыдущую и может отражать наличие или отсутствие связи между проблемами. Кроме того, важен такой компонент, как направление связи между проблемами, т.е. положительное или отрицательное влияние одной на другую. Наконец различные участники могут по-разному оценивать влияние тех или иных проблем друг на друга. Формула (2) также учитывает наличие *проблем-приемников* – проблем, на которые влияют другие проблемы, а эти первые не влияют ни на одну из них, и *проблем-передатчиков*, которые влияют на другие проблемы, но на них другие не влияют (подробнее см. (Елисеева и др., 2015)).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанный нами подход состоит в практической реализации принципов управления проектом как сложной системой,

отличающейся разнородными элементами, причинно-следственная связь между которыми часто неочевидна. В итоге возможности анализа таких частей превышают когнитивные возможности человека. Мы считаем, что предлагаемый подход позволяет лицам, принимающим решения, проводить стратегический анализ таких систем проектного типа, как строительство зданий, освоение производства нового вида продукции, так и систем объектного типа – страны, региона, предприятия (подробнее о характеристиках и свойствах социально-экономических систем см. (Клейнер, 2015)).

Выше указывалось, что наиболее перспективными среди систем объектного типа являются крупнейшие компании. Однако, несмотря на присутствие когнитивного разнообразия и эффекта масштаба, аналогичных проектам меганауки, внедрение в таких системах объектного типа представляет собой принципиально более сложную задачу, так как требует интеграции СКК в систему корпоративного менеджмента, обеспечения его соответствия организационным рутинам и корпоративной культуре.

Выбор систем проектного типа для целей данного исследования обусловлен относительной простотой их внедрения СКК, так как для таких систем заданы временные и пространственные границы, которые устанавливают четкие рамки процедуры СКК, обеспечивающей этап целеполагания. Для объектных систем временные границы не заданы в отличие от систем проектного типа. Для таких систем целеполагание осуществляется регулярно, на возобновляемой основе и в рамках стратегического планирования. Высшим органом стратегического планирования на корпоративном уровне является совет директоров. На практике же эти функции обычно делегируются субординированным органам – комитетам/департаментам, например, стратегии и развития.

Мотивом разработки предлагаемого подхода стало участие авторов данного проекта в выявлении коллективных ММ и взаимо-

связи когнитивного разнообразия с принятием стратегических решений членами советов директоров финских инновационных компаний и акционерных обществ, входящих в систему одной из крупных российских компаний с государственным участием (Bergman et al., 2016; Елисеева и др., 2016). В ходе практической апробации результатов этих исследований выявилась не только их безусловная значимость, но и серьезная проблема, связанная с тем, что когнитивные технологии не только не согласуются, но даже подчас противоречат жестко регламентированным процедурам корпоративного управления (corporate governance). В проектно-менеджменте не существует подобной проблемы, и разработка крупного проекта начинается всегда с нуля (следствие его свойства уникальности).

Страны и регионы являются системами объектного типа более высокого уровня сложности, чем крупные компании. Тем не менее практическое применение СКК для поддержки принятия решений по управлению такими системами в условиях РФ представляется вполне реалистичным, так как данная процедура дополняет уже применяющиеся в настоящее время подходы. Федеральный закон о «Стратегическом планировании» предполагает формирование системы стратегического планирования, охватывающей федеральный, региональный и муниципальный уровни³. Современная система планирования на уровне выше корпоративного не может быть директивной, и, чтобы не превратиться в формальную (что свойственно индикативному планированию), она должна не просто согласно расходной формулировке «учитывать предложения деловых кругов и научного сообщества», как принято ради отписки, а реально вовлекать крупные акционерные общества, контролирующие большую часть экономического потенциала, в процесс формирования стратегии. СКК предоставляет собой

инструмент для такого вовлечения, она может стать элементом согласования целеполагания самостоятельно хозяйствующих субъектов с формированием стратегических целей на федеральном и региональном уровнях.

Как элемент более широкой системы, СКК вписывается в разрабатываемые в рамках ситуационного подхода (Плотников, 2017) экспертные системы и системы ситуационного управления для проведения процедур стратегического планирования на федеральном, региональном и отраслевом уровнях (Клименков, Кукор, 2017). На этих уровнях СКК хорошо вписывается в предлагаемые механизмы адаптивного управления и особенно в методологию логико-лингвистического моделирования для целей стратегического планирования. К настоящему времени предложено обоснование использования когнитивного подхода применительно к адаптивному управлению рисками в рамках системы стратегического планирования (Игнатъев и др., 2018). СКК усилит контур обратной связи в рамках экспертных систем поддержки стратегического планирования. Предлагаемый инструмент не является экспертным в строгом значении термина, так как сами лица, принимающие решения, фильтруют, интерпретируют и применяют информацию для углубления знаний о предметной области, формулируют и соотносят друг с другом исследовательские и практические проблемы, а также цели и задачи проекта, направленные на разрешение этих проблем. Иными словами, это процедура поддержки принятия решений, при которой задачу анализа сложной системы поручают человеку, а искусственный интеллект (экспертные системы, которые по замыслу разработчиков ему тождественны (Клименков, Кукор, 2017)) призван ему в этом помогать.

СКК не является системой искусственного интеллекта, но использует системы искусственного интеллекта, что проявляется в процедуре машинного анализа согласно предлагаемому в данной статье аналитическому подходу на основе взаимодействия человека и машины. В ходе этой процедуры члены

³ Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

команды не только обмениваются доступной информацией, но, что важнее, согласуют свои индивидуальные представления, приближаясь к общему пониманию проблемы и способов ее решения. Процедура СКК использует информацию, извлеченную из *больших данных*, и опирается на знания участников, т.е. информацию, накопленную в их памяти. На этом этапе для интерпретации проблем применяется *метод анализа графов* с центральностью по собственному значению (вектору) (+eigenvector centrality, CE). Чем выше значение собственного вектора, тем важнее проблема на когнитивной карте. Этот метод позволяет выявить наиболее важные проблемы. Все ключевые проблемы коллективных ММ междисциплинарной команды оцениваются в соответствии с их собственными значениями, в результате чего определяется узкий набор центральных проблем. Выявленные центральные проблемы используются для интерпретации причинно-следственных связей между проблемами в коллективной карте. Результатом этой процедуры является общий когнитивный шаблон, который отражает структуру убеждений, разделяемых участниками, на основе концептуализации и визуализации информации о рассматриваемой области и классификации ключевых вопросов внутри нее (Dutton, Duncan, 1987).

На следующем этапе проводится повторное СКК. Теперь оно начинается с обсуждения в команде, а не с помощью машинной процедуры: общие когнитивные шаблоны позволяют обновить пул проблем, чтобы уточнить широкий набор тем, относящихся к области проекта, науки и бизнеса, определенных на предыдущем этапе. Такой алгоритм позволяет выявлять ключевые проблемы и взаимосвязи в перспективе реализации проекта, его осуществимость и ценность для бизнеса. Составляется новая коллективная ММ, рассчитывается когнитивное разнообразие между индивидуальными ММ и вновь определяется центральность проблем по собственному вектору. Процедура СКК может быть повторена для уточнения целей проекта и даже его

фундаментальной проблемы, на решение которой он направлен, до тех пор, пока не будет достигнут желаемый уровень когнитивного разнообразия (дистанции). Такой аналитический подход позволяет сформировать и представить коллективное знание, представление или даже мудрость мультидисциплинарной команды управления сложной системой проектного или объектного типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях цифровой экономики, в основе которой лежит обработка больших массивов данных, фирмы должны развивать междисциплинарную бизнес-аналитику для получения критически важных аналитических и коммуникационных навыков и расширения охвата разнообразной информации о предмете исследования (Chen et al., 2012), чтобы иметь возможность справляться со сложными инновациями, воплощающими передовые исследования. Проекты в области меганауки имеют целью такие инновации. СКК является наиболее подходящей методологической основой для ориентации мульти- и междисциплинарных проектов меганауки одновременно и на научную новизну, и на ценность для бизнеса. Основным недостатком СКК в мульти- и междисциплинарных проектах в настоящее время является субъективность начального этапа, где выводы зависят исключительно от субъективного мнения эксперта. Данный недостаток устраняется путем применения аналитического подхода, позволяющего установить правильное коллективное взаимодействие людей с компьютерами. Начальный этап такого процесса основан на фильтрации машинных *больших данных*, генерируемых в сети меганауки, т.е. на методе извлечения информации, которая позволяет выявить индивидуальные и коллективные ММ. Эти модели становятся предметом приложения совместных усилий участников про-

ектной команды, итогами которых должны стать формирование *общего видения проблемы*, конкретизация этого видения и создание успешного междисциплинарного проекта.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку (грант № 16-02-00103) и анонимному рецензенту за ценные замечания, позволившие улучшить данную статью.

Список литературы

- Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. 2008. № 3. С. 85–87. URL: <http://www.mathnet.ru/links/4442f8280076ffbc4e64c42b437bf4e4/pu163.pdf>.
- Баджо Р., Шерешева М.Ю. Сетевой подход в экономике и управлении: междисциплинарный характер // Вестн. МГУ. Сер. 6. Экономика. 2014. № 2. С. 3–21. URL: https://www.researchgate.net/publication/281116682_Setevoj_podhod_v_ekonomike_i_upravlenii_mezdisciplinarnyj_harakter.
- Елисеева И.И., Платонов В.В., Бергман Ю.-П., Лукка П. Когнитивное разнообразие и формирование доминантной логики инновационных компаний // Экономическая наука современной России. 2015. № 3. С. 67–80. URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/77>.
- Елисеева И.И., Платонов В.В., Бергман Ю.-П., Дюков И., Рюйотта П. Формирование доминантной логики развития компании: всматриваясь в черный ящик // Экономическая наука современной России. 2016. № 4. С. 53–67. URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/168>.
- Игнатьев М.Б., Карлик А.Е., Кужор Б.Л., Платонов В.В., Яковлева Е.А. Рискоориентированная технология информационного обеспечения в условиях цифровой экономики: управленческие риски в электроэнергетике // Экономические науки. 2018. № 161. С. 21–29. URL: https://ecsn.ru/files/pdf/201804/201804_21.pdf.
- Карлик А.Е., Платонов В.В. Организационно-управленческие инновации: резерв повышения конкурентоспособности российской промышленности // Экономическое возрождение России. 2015. № 4. С. 34–44.
- Карлик А.Е., Платонов В.В. Межотраслевые территориальные инновационные сети // Экономика региона. 2016. № 4. С. 1218–1232. URL: http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2016/December_2016/ERDecember2016_1218_1232.pdf.
- Клейнер Г.Б. Системная парадигма и теория предприятия // Вопросы экономики. 2002. № 10. С. 47–49.
- Клейнер Г.Б. Системная парадигма и системный менеджмент // Российский журнал менеджмента. 2008. № 3. С. 27–50. URL: <https://rjm.spbu.ru/article/view/475/406>.
- Клейнер Г.Б. Государство – регион – отрасль – предприятие: каркас системной устойчивости экономики России. Ч. 2 // Экономика региона. 2015. № 3. С. 9–17. URL: http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2015/September_2015/ERSeptember2015_9_17.pdf.
- Клименков Г.В., Кужор Б.Л. Экспертные системы и системы ситуационного управления на базе логико-лингвистических моделей // Вест. УГНТУ. Наука, образование, экономика. Сер. Экономика. 2017. № 1. С. 7–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspertnye-sistemy-i-sistemy-situatsionnogo-upravleniya-na-baze-logiko-lingvisticheskikh-modeley>.
- Плотников А.С. Ситуационный подход и методология социально-гуманитарного познания // Ценности и смыслы. 2017. № 1. С. 100–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/situatsionnyy-podhod-i-metodologiya-sotsialno-gumanitarnogo-poznaniya>.
- Axelrod R. The structure of decision. Princeton: Princeton University Press, 1976.
- Bergman J.-P., Knutas A., Jantunen A., Luukka P., Karlik A., Platonov V. Strategic interpretation on sustainability issues: Eliciting cognitive maps of boards of directors // Corporate Governance (Bingley).

2016. Vol. 16. № 1. P. 162–186. URL: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/CG-04-2015-0051>.
- Boisot M.H.* Knowledge assets: Securing competitive advantage in the information economy. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Chen H., Chiang R., Storey V.* Business intelligence and analytics: from big data to big impact // *MIS Quarterly*. 2012. Vol. 36. № 4. P. 1165–1188. URL: <https://misq.org/misq/downloads/download/editorial/565>.
- Clore G.L., Huntsinger J.R.* How emotions inform judgment and regulate thought // *Trends in Cognitive Science*. 2007. Vol. 11. № 9. P. 393–399. URL: [https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613\(07\)00190-8?code=cell-site](https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613(07)00190-8?code=cell-site).
- Davenport T.H., Pati D.J.* Data scientist: The Sexiest job of the 21st century // *Harvard business review*. 2012. Vol. 90. № 10 P. 70–76. URL: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>.
- De Mauro A., Greco M., Grimaldi M.* A formal definition of Big Data based on its essential features // *Library Review*. 2016. Vol. 65. Iss. 3. P. 122–135. URL: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LR-06-2015-0061>.
- Drucker P.F.* Management challenges for the 21st century. N.Y.: Harper Business, 1999.
- Dutton J.E., Duncan R.B.* The influence of the strategic planning process on strategic change // *Strategic Management Journal*. 1987. Vol. 8. P. 103–116. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smj.4250080202>.
- Edmondson A.C., Harvey J.F.* Cross-boundary teaming for innovation: Integrating research on teams and knowledge in organizations // *Human Resource Management Review*. 2018. Vol. 4. Issue 28. P. 347–360. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053482217300219>.
- Forester J.W.* Counterintuitive behavior of social systems // *Technology Review*. 1971. Vol. 73. № 3. P. 52–68. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016257180001X>.
- Gao F., Li M., Nakamori Y.* Critical systems thinking as a way to manage knowledge // *Systems Research and Behavioral Science*. 2003. Vol. 20. Iss. 1. P. 3–19. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sres.512>.
- Langfield-Smith K.M.* Exploring the need for a shared cognitive map // *Journal of Management Studies*. 1992. Vol. 29. № 3. P. 349–368. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6486.1992.tb00669.x>.
- Lobanov O.S., Minakov V.F., Minakova T.E., Schugorova V.A.* NBIC convergence of geoinformation systems in Saint-Petersburg's information space // *Proceedings of 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. 2017. Vol. 17. Iss. 21. P. 471–478. URL: <https://sgemworld.at/sgemlib/spip.php?article10230>.
- Mayer-Schonberger V., Cukier K.* Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think. L.: John Murray, 2013.
- Nooteboom B., Van Haverbeke W., Duysters G., Gilling V., Van den Oord A.* Optimal cognitive distance and absorptive capacity // *Research Policy*. 2007. Vol. 36. P. 1016–1034. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733307000807>.
- Platonov V.V.* Technological leverage in management of innovation, Preprints of the 11th IFAC International Workshop on Control Applications of Optimization (CAO2000), Saint Petersburg, 2000. Vol. 1. Pp. 283–288. URL: https://www.researchgate.net/publication/317144698_Technological_Leverage_in_Management_of_Innovations.
- Rowley J.* The wisdom hierarchy: Representations of the DIKW hierarchy // *Journal of Information Science*. 2007. Vol. 33. № 2. P. 163–180. URL: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0165551506070706>.
- Tkachenko E., Rogova E., Bodrunov S.* Intellectual capital assessment and financial indicators for Value-based management: The joint application // *Proceedings of the 13th International Conference on Intellectual Capital Knowledge Management & Organisational Learning*. New York, 2016. P. 250–258. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/xx6fexd2pa/direct/196871619>.

Рукопись поступила в редакцию 30.09.2018

PARTICIPATIVE COGNITIVE MAPPING – A METHOD TO SUPPORT THE INTERDISCIPLINARY INNOVATIVE PROJECTS OF MEGASCIENCE

A.Ye. Karlik, V.V. Platonov, S.A. Krechko

Alexander Ye. Karlik, Saint-Petersburg State University of Economics, Department of the Enterprise Economics and Management, St. Petersburg, Russia, karlik1@mail.ru

Vladimir V. Platonov, Saint-Petersburg State University of Economics, Department of the Enterprise Economics and Management, St. Petersburg, Russia, vplatonov@inbox.ru

Svetlana A. Krechko, Department of the Enterprise Economics and Management, Grodno, Republic of Belarus, kre4kosa@gmail.com

The aim of this article is to augment the cognitive mapping procedure and that of the analysis of cognitive diversity to transform them from the research method into the instrument of decision-making support to promote the implementation of the Megascience capacity (the large-scale co-specialized mega-class research facilities for collective use) in regard of large-scale interdisciplinary projects. An important effect of the Megascience is an opportunity for multidisciplinary research and implementation of the research outcome in business sector. In the business intelligence perspective, the Megascience can be described as a distributed network of intangible assets with concentration of the tangible capital. The large cognitive diversity, information overload and the tacit knowledge peculiar to science-business interaction poses the challenges for data retrieval, information filtering and knowledge presentation in Megascience projects. This study objective is to develop decision making framework for the application of the participatory cognitive mapping to drive the decision process in the science-business interaction within the Megascience. The article meets the challenge of the developing an analytical approach for in order to stimulate the decision-making process in application to the complex interdisciplinary and innovative projects, such as, those of Megascience. The article presents an analytical approach for applying the participating cognitive mapping for the support of decision-making involving the interaction of representatives of different disciplines, as well as representatives of the business community, including the algorithm of the new management procedure. According to this approach,

the data retrieval, information filtering and knowledge presentation are performed through the cycles of human-machine interaction which are repeated until achieving the distance ratio target. This framework makes it possible to present shared knowledge/mindset of decision making team. The main advantage of the proposed framework is to offset the subjectivity in building the pool of original constructs by filtering the semi-structured big data. The results allow managers to solve the most complicated task of dealing with the complexity, not only for the complex systems of project type, but also for object type systems, such as a country, region, industry, enterprise.

Keywords: megascience, participatory cognitive mapping, big data, digitalization, multidisciplinary teams, interdisciplinary research.

JEL: O31, O32.

References

- Abramova N.A., Avdeeva Z.K. (2008). Cognitive analysis and the management of situation development: challenges for the methodology, the theory and practice. *Problemy Upravleniya [Problems of Management]*, no. 3, pp. 85–87 (in Russian). URL: <http://www.mathnet.ru/links/4442f8280076ffbc4e64c42b437bf4e4/pu163.pdf>.
- Axelrod R. (1976). *The structure of decision*. Princeton: Princeton University Press.
- Baggio R., Sheresheva M.Y. (2014). Network approach in economics and management: The interdisciplinary nature. *Vestnik MGU. Seria 6. Ekonomika. [MGU Herald: Science, education, economics. A series of economics]*, no. 2, pp. 3–21 (in Russian). URL: https://www.researchgate.net/publication/281116682_Setevoj_podhod_v_ekonomike_i_upravlenii_mezdisciplinarnyj_harakter.
- Bergman J.-P., Knutas A., Jantunen A., Luukka P., Karlik A., Platonov V. (2016). Strategic interpretation on sustainability issues: Eliciting cognitive maps of boards of directors. *Corporate Governance (Bingley)*, no. 1 (16), pp. 162–186. URL: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/CG-04-2015-0051>.

- Boisot M.H. (1998). Knowledge assets: Securing competitive advantage in the information economy. Oxford: Oxford University Press.
- Chen H., Chiang R. Storey V. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, no. 4 (36), pp. 1165–1188. URL: <https://misq.org/misq/downloads/download/editorial/565>.
- Clore G.L., Huntsinger J.R. (2007). How emotions inform judgment and regulate thought. *Trends in Cognitive Science*, no. 9 (11), pp. 393–399. URL: [https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613\(07\)00190-8?code=cell-site](https://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613(07)00190-8?code=cell-site).
- Davenport T.H., Pati D.J. (2012). Data scientist: The Sexiest job of the 21st century. *Harvard Business Review*, no. 10 (90), pp. 70–76. URL: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>.
- De Mauro A., Greco M., Grimaldi M. (2016). A formal definition of Big Data based on its essential features. *Library Review*, no. 3 (68), pp. 122–135. URL: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/LR-06-2015-0061>.
- Drucker P.F. (1999). Management challenges for the 21st century. New York: Harper Business.
- Dutton J.E., Duncan R.B. (1987). The influence of the strategic planning process on strategic change. *Strategic Management Journal*, no. 8, pp. 103–116. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smj.4250080202>.
- Edmondson A.C., Harvey J.F. (2018). Cross-boundary teaming for innovation: Integrating research on teams and knowledge in organizations. *Human Resource Management Review*, no. 4(28), pp. 347–360. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053482217300219>.
- Eliseeva I.I., Platonov V.V., Bergman Yu.P., Luukka P. (2015). Cognitive diversity and the formation of the dominant logic of innovative companies. *Economics of Contemporary Russia*, no. 3, pp. 67–80 (in Russian). URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/77>.
- Eliseeva I.I., Platonov V.V., Bergman J.-P., Dyukov I., Ruyyotta P. (2016). The emergence of dominant logic: Looking inside the black box. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4, pp. 53–67 (in Russian). URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/168>.
- Forester J.W. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Technology Review*, vol. 73, no. 3, pp. 52–68. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016257180001X>.
- Gao F., Li M., Nakamori Y. (2003). Critical systems thinking as a way to manage knowledge. *Systems Research and Behavioral Science*, no. 1 (20), pp. 3–19. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sres.512>.
- Ignatiev M.B., Karlik A.E., Kukor B.L., Platonov V.V., Yakovleva E.A. (2018). Risk-based information technology in the digital economy: risk management in the electric power industry. *Ekonomicheskie nauki [Sciences of Economics]*, no. 161, pp. 21–29 (in Russian). URL: https://ecs.ru/files/pdf/201804/201804_21.pdf.
- Karlik A.E., Platonov V.V. (2015). Organizational and management innovation as a hidden driver of boosting the competitiveness of the Russian industry. *Ehkonomicheskoe vozrozhdenie Rossii [Economic revival of Russia]*, no. 4, pp. 34–44 (in Russian). URL: <https://www.ecr-journal.ru/jour/article/view/168>.
- Karlik A.E., Platonov V.V. (2016). Cross-industry spatially localized innovation networks. *Ehkonomika Regiona [The Economy of the Region]*, no. 4, pp. 1218–1232 (in Russian). URL: http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2016/December_2016/ERDecember2016_1218_1232.pdf
- Kleiner G.B. (2002). The system paradigm and the theory of the firm. *Voprosy Ekonomiki*, no. 10, pp. 47–49 (in Russian).
- Kleiner G.B. (2008). The system paradigm and system management. *Russkij Zhurnal Menedzhmenta [Russian Journal of Management]*, no. 3, pp. 27–50 (in Russian). URL: <https://rjm.spbu.ru/article/view/475/406>.
- Kleiner G.B. (2015). State – region – industry – enterprise: the framework for the system stability of the Russian economy. P. 2. *Ehkonomika Regiona [The Economy of the Region]*, no. 3, pp. 9–17 (in Russian). URL: http://economyofregion.ru/Data/Issues/ER2015/September_2015/ERSeptember2015_9_17.pdf.

- Klimenkov G.V., Kukor B.L. (2017). Expert systems and systems of situational management based on logical-linguistic models. *Vestnik UGNTU*. Nauka, Obrazovanie, Ekonomika. Seria Ekonomika. [UGNTU Herald: Science, education, economics. A series of economics], no. 1, pp. 7–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekspertnye-sistemy-i-sistemy-situatsionnogo-upravleniya-na-baze-logiko-lingvisticheskikh-modeley>.
- Langfield-Smith K.M. (1992). Exploring the need for a shared cognitive map. *Journal of Management Studies*, no. 3 (29), pp. 349–368. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6486.1992.tb00669.x>.
- Lobanov O.S., Minakov V.F., Minakova T.E., Schugorova V.A. (2017). NBIC convergence of geoinformation systems in Saint-Petersburg's information space. Proceedings of 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM, no. 21 (17), pp. 471–478. URL: <https://sgem-world.at/sgemlib/spip.php?article10230>.
- Mayer-Schonberger V., Cukier K. (2013). *Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think*. London: John Murray.
- Nooteboom B., Van Haverbeke W., Duysters G., Gilsing V., Van den Oord A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, no. 36, pp. 1016–1034. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733307000807>.
- Platonov V.V. (2000). Technological leverage in management of innovation. Preprints of the 11th IFAC International Workshop on Control Applications of Optimization (CAO2000). Saint Petersburg, vol. 1, pp. 283–288. URL: https://www.researchgate.net/publication/317144698_Technological_Leverage_in_Management_of_Innovations.
- Plotnikov A.S. (2017). Situational approach and methodology of social and humanitarian cognition. *Cennosti i Smysly [Values and Meanings]*, no. 1, pp. 100–49 (in Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/situatsionnyy-podhod-i-metodologiya-sotsialno-gumanitarnogo-poznaniya>.
- Rowley J. (2007). The wisdom hierarchy: Representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, no. 2 (33), pp. 163–180. URL: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0165551506070706>.
- Tkachenko E., Rogova E., Bodrunov S. (2016). Intellectual capital assessment and financial indicators for value-based management: The joint application. Proceedings of the 13th International Conference on Intellectual Capital Knowledge Management & Organisational Learning. New York, pp. 250–258. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/folder/xx6fexd2pa/direct/196871619>.

Manuscript received 30.09.2018