

УДК 167+124.2

DOI: 10.15372/PS20230202

А.И. Разумовский**КРИЗИС ФОРМАЛЬНОГО ЗНАНИЯ В НАУКЕ**

Проведено исследование появления формально представленного знания, порядка его формализации и перспектив. Разрыв связующих нитей между реальностью и формальными ее описаниями привел к кризису формализации научного знания. В статье представлено два основных подхода к решению информационно-технических задач: абстрактно-логический и инженерный. Показано, как возникает творческий дискомфорт при излишней абстракции. Исследован вопрос о сочетании осмысляемого и рефлексивного компонентов в принятии целостных решений. Обсуждаются два пути процесса формализации: явный и теневой, при котором выхолащиваются субъективно незначимые детали и нюансы. Рассмотрены некоторые терминологические конструкции, возникшие как результат кризиса формализации знаний: «этика робота» и «искусственная мораль». Делается заключение об усиливающейся цифровизации как результате кризиса формального представления научного знания.

Ключевые слова: формализация; польза; осмысленность; практика; действительность; человек; индивидуальность

A.I. Razumovsky**THE CRISIS OF FORMAL KNOWLEDGE IN SCIENCE**

This research examines the emergence of formally represented knowledge, the order of its formalization and its prospects. The loss of the connecting links between reality and its formal descriptions resulted in a crisis of formalization of scientific knowledge. The article presents two basic approaches to solving information-technical problems – abstract-logical and engineering. It is shown how creative discomfort arises from excessive abstraction. The issue of combining comprehended and reflexive components in making holistic decisions is investigated. Two ways of the formalization process are discussed – the explicit way and the shadow one, in which subjectively insignificant details and nuances are emasculated. Some terminological constructs that arose from the crisis of knowledge formalization, such as robotic ethics and artificial morality are considered. The conclusion is made about the increasing digitalization as a result of the crisis of the formal representation of scientific knowledge.

Keywords: formalization; usefulness; meaningfulness; practice; reality; person; individuality

Сегодня научно-техническая жизнь и технологическая практика представляют собой две разные стороны мыслительной плоскости человеческой деятельности. Одна, полагающаяся на формализмы, логику и точность (вернее, стремление к точности), следует традиции развития естественных наук XIX–XX вв., а также наук информационных второй половины XX в. По иную сторону всегда стремились оставаться на твердой почве инженерной мысли с ясной ее реализацией. И конкретной ощутимой пользой. Путь до практики и инженерного решения, предлагаемый первой гранью-парадигмой, долог, тернист и сомнительно успешен. Сомнения продиктованы не столько длиной пути, на котором мало ли что может случиться. Сомнения относительно результативной и полезной практики заключаются в том, что формализмы, логика и точность порой значительно оторваны от действительности и в этом своем состоянии не смогут прямо быть полезными для нее. Приходится адаптировать, спрямлять, проецировать, масштабировать и вставлять, находясь в поиске инженерных решений – как это лучше осуществить. Либо, что совсем нередко, просто предъявлять как точку завершения формально выраженный результат, сопровождая это победоносными реляциями о его значимости и важности.

Другая парадигма, назовем ее инженерной, предлагает непосредственные подходы к решению любого вида проблем. Как утверждал известный в латинском мире инженер Эладио Диесте, во главе принятия решения стоят два фактора: интуиция и здравый смысл. Математический расчет, как он полагал, может стать третьим фактором, но только если он осуществим [18]. Возможность проведения расчетов представляет собой ключ от комнаты решений. И если вдруг окажется, что ключ сломан, погнут или просто не подходит, то решения не будет. С таким ключом – никогда. И это опасность поиска решений в пространстве первой парадигмы, парадигмы выражаемых формально логики и точности. Иначе говоря, можно математически описать представление предмета, но в результате не иметь сколь-нибудь значимой практической перспективы реализации. Правоммерно назвать этот феномен выхолащенной, безжизненной формализацией.

Разрыв связующих нитей между реальностью и формальными ее описаниями привел к кризису формализации научного знания, когда важнейшей тенденцией развития науки объявлена математи-

зация познавательного процесса, а при этом важнейшим философским вопросом указан вопрос об отношении математики и реального мира [4]. Важно отметить, что коль скоро дискуссии о возникновении математики не утихают, то и заявлять о важности математизации в деле решения практических, технологических, управленческих задач опрометчиво. Надо внимательно присмотреться к причинам и обстоятельствам, приведшим к этой естественной и одновременно странной картине.

Важный аспект этого кризиса формализации – уверенность тех, кто его видит, в полномесном содержательном знании его причин и обстоятельств, контекста. Материалы, реагирующие на этот кризис, полны отсылок к широкому спектру высказываний обладателей знаменитых имен, теми или иными словами снабжающих исследователей предупреждающими сентенциями об опасностях: чрезмерной формализации (Дж. фон Нейман), несоотнесенности с реальностью (Р. Фейнман), внушения доверия к любым теориям посредством математической эквилибристики (К. Вильсон), чистой математики, которая почти полностью бесполезна (Г. Харди).

В эссе Д.А. Поспелова «Становление информатики в России» [3] приводится факт раскола научного сообщества в конце 50-х годов прошлого века на два непримиримых лагеря в вопросе о том, какой наукой считать кибернетику: математической или междисциплинарной. Д.А. Поспелов пишет: «Математики опасались, что слишком широкое и расплывчатое очерчивание поля деятельности кибернетики привлечет в нее специалистов, не владеющих математической культурой» [3, с. 24]. На другой стороне полагали иначе: «самые разнообразные науки (биология, химия, автоматика и т.п.) должны сделать совместный шаг к интегрированной картине мира, позволить создать всеобъемлющую философию научного познания, а также обогатить друг друга своими идеями, моделями и методами» [Там же]. Такая непримиримость наталкивает на мысль о существовании глубинных противоречий между формальным и неформальным, точным и приближительным, абстрактным и непосредственным.

Можно видеть, что специалисты в разных научных областях ощущают творческий дискомфорт от чрезмерных формализации и абстракции. В связи с этим кажется уместным упомянуть о восприятии представления, соотнесения и преобразования отношений к предмету своего исследования, о смысле формализации. Так, вы-

дающийся немецкий философ Э. Гуссерль еще в начале XX в. заметил оскудение смысла математического вычисления [1]. И ведь вопрос о смысле непрост с точки зрения многогранности проблемы кризисных явлений. Фактически осмысляемость процессов, явлений, событий и поступков, т.е. возможность подлинного, рассудительного рассмотрения феноменов, представляет собой квинтэссенцию оценки и принятия решений. Лишаясь такой возможности, оказываешься дезориентированным в темном и опасном лесу бессмысленности и хаоса. Осмыляемость – это проявление интереса, за которым прослеживается эмоциональная реакция [17], что в совокупности обеспечивает развитие практического знания и опыта.

Однако сама по себе осмыляемость исследуемого предмета, процесса или события недостаточна. Она не содержит рефлексивной составляющей, формирующей обратную реакцию на видимый результат оценки или решения. В литературе немало свидетельств о важности рефлексивности в принятии решений, в том числе решений совместных, командных [16], а также о ее роли в коммуникационной творческой стабильности и отзывчивости [19].

При сочетании осмыляемости и рефлексивности возникает целостность представления и последующего восприятия предмета, что является базисом понимания окружающего мира с точки зрения, например, нейронных процессов [6]. Попутно можно добавить, что стремление (или желание) рассматривать жизненные процессы отдельно от их контекстов влечет за собой глобальные угрозы для общества, как, например, реализация общественных утопий, или приведение денежных отношений к цифровой форме, или внесение в человеческую жизнь этики автоматических механизмов и алгоритмов, или сегодняшний вектор на электротранспортизацию. Многие из подобных решений, провозглашающие и провозвещавшие прежде прекрасные образы будущего, оказываются (оказались или окажутся) иллюзиями, обрекая общества на страдания и потери. Причина этому – исчезновение целостности видимой картины, когда за деревьями леса не увидеть, но решение все-таки «сослепу» принимается.

Постараемся представить теперь наглядно процесс и контекст формализации решения некой технологической задачи. Пусть поставлена следующая цель научно-технической работы: создание математической модели планирования маршрутов и управления автономными транспортными средствами <...>. Модель может

формироваться по нативной подгонке параметров исходя из реального поведения водителей-людей [14] на основе равновесия Нэша. Также целесообразен формальный подход на основе метода градиентного спуска для класса функций полезности, которые кодируют оптимальные политики покрытия и зондирования [9]. Часто применяют алгоритмы поиска кратчайшего пути на графе и алгоритмы консенсуса корпоративного управления или динамики твердого тела и осевого выравнивания [15].

Здесь можно выделить сразу несколько предельных проблем: проблему формального выражения субъективного опыта, проблему иллюзии наличия работоспособного решения, проблему несоответствия математической и человеческой оптимальности, проблему недостаточности имитации поведения автономных агентов.

Далее попробуем выработать определение термина «формализация» с учетом выделенных проблем. Формализация есть преобразование смысловых упрощений в абстрактное содержание, адекватность которого затем следует проверить. Адекватность может быть доказана, например, естественно-научным экспериментом, т.е. численный результат эксперимента соответствует расчетно-теоретическому. Тогда такую формализацию правомерно назвать положительной. В противном случае моделью никто не станет пользоваться. И наконец, самый распространенный случай – когда адекватность формальной модели нельзя верифицировать. Это относится к разного рода информационным и общественным наукам, где невозможно провести естественно-научный эксперимент. Тогда критерием положительной формализации становится ее практическая полезность, результативность. Однако даже в случае очевидной практической пользы важно помнить всеобщий естественный закон М.В. Ломоносова, сформулированный им в письме к Л. Эйлеру: «все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого». В случае практически полезной формализации может возникнуть (или существовать) такой аспект результата, который прямо или косвенно укажет на его вредоносность или ущербность. Например, полезность смартфонов кажется несомненной в разных аспектах, но с точки зрения психологической привязанности к устройству это ущерб для здоровья личности [10; 11].

Процесс формализации проходит двумя путями. Первый олицетворяет собой естественный способ получения простого (упро-

щенного) представления о природе целевого предмета. Иной курс формализации, назовем его тeneвым, – скрытый процесс выхолащивания субъективно незначимых деталей. Поэтому в результате можно получить красивые и убедительные математические модели и одновременно их же практическую недееспособность, точнее, бесполезность или бессмысленность. Например, в теории перспектив Канемана – Тверски [13], которая позволяет рассчитать полезность выбора в принятии решения, нельзя учесть личностный уровень оценки, а следовательно, и результат расчета будет если не совершенно ошибочным, то в значительной мере бесполезным в индивидуальных случаях принятия решений.

По всей видимости, именно тeneвая тропа формализации и является причиной появления неработающих, непригодных моделей, у которых отсутствует практическая полезность. Однако поскольку любая формализация следует в русле упрощения и одностороннего представления, постольку любая формальная модель в той или иной степени теряет практическую значимость. Например, модель материальной точки в физике неприменима в расчетах нагрузок и напряжений в протяженных телах. А модель идеального газа требует уточнений для реальных термодинамических расчетов.

Корни сегодняшнего кризиса формализации, возможно, лежат в области самоуверенной рефлексии по поводу безусловной возможности соотнесения реального и знакового. Словно такое сопряжение принципиально осуществимо. Неудивительно и при этом одновременно парадоксально, что вопросы о принципиальной возможности существования и результативности формального подхода в моделировании реальности почти не слышны. И такая опрометчивость склоняет к мысли о масштабности и запущенности кризиса формализации научного знания.

В соотнесении действительного и знакового как условного, выразительного, рельефного предполагается способность знакового нести в себе насыщенную, целостную смысловую нагрузку. В реальном мире множественного разнообразия осмысление предмета обнаруживает его в массовых контекстах. Воссоздать эти контексты, если даже и допустить такую возможность, станет проблематично на уровне имитации нерациональных элементов окружающего жизненного пространства. Подобных элементов немало даже в физическом мире, не говоря уже об информационных задачах или моделях человеко-компьютерного взаимодействия. Таким образом, порядок

формализации осуществляется отбрасыванием тех деталей и нюансов действительности, которыми уместно будет пренебречь, по мнению тех, кто созидает модель. Прочие же – неразличимые человеком, а также неявные элементы отбраковываются сами собой автоматически и в модель никак не попадут. Если к этому добавить необходимость имитации определенных операций внутри самой модели, ибо еще многие и многие знания отсутствуют в науке, то полотно, на которое наносят формальную модель, неминуемо вызовет озабоченность своей непригодностью, нецелостностью.

Важно отметить также, что учеными вполне осознаются недостатки и сложности формального подхода. Например, Е.В. Шикин и А.Г. Чхартишвили указывают: «...Многие гуманитарные явления гораздо труднее поддаются формализации, если вообще поддаются. Для каждого из этих явлений гораздо шире спектр причин, от которых оно зависит, и в их числе – психология живых людей и коллективов, людские пристрастия и антагонизмы, и потому вербальный способ построения исследования, как это ни парадоксально, часто оказывается здесь точнее формально-логического» [5, с.12]. Такое признание между тем ученых не останавливает, а напротив, заставляет еще более усилить модельную сложность, стремясь скрыть упускаемые детали под конструкцией из многоэтажных формул и абстракций. В этом видится не отдельное явление, но тенденция. Порой доходит до удивительных случаев, когда предельно простая математическая модель именно из-за своей простоты в глазах рецензента оказывается недостойной публикации, а не наоборот.

Тенденция усложнения формализации проявляется весьма рельефно в области машинного обучения, где в дело идут сопровождающие формальные построения положительные реляции о доверии к моделям, об объяснимости моделей, о ценности алгоритмической интерпретируемости. При этом создается примечательная конструкция, в которой формальная сторона обосновывается философией и этикой, а личностная, человеческая сторона с готовностью поддерживает формальную терминологию. В результате возникает впечатление о надежности всей конструкции, а также о ее научной полезности. Однако всего лишь некоторые вопросы, чувствительные к личному благоприобретению, индивидуальному выигрышу и творческому комфорту формального подхода, способны легко поколебать эту кажущуюся незыблемой искусственную конструкцию, обнажить ее патологическую непригодность, высветить ни-

чтожность формальных построений и выводов там, где царствуют рассудок, эмоция и совесть.

В недавней работе известных ученых – исследователей этики автономных агентов Д. Уотсона и Л. Флориды [20] заявлено о создании формальной основы для концептуализации целей и ограничений систем интерпретируемого машинного обучения (ИМО). Авторы предложили идеализированную игру-объяснение и указали, что их модель создает условия, при которых эпистемологические агенты почти наверняка гарантированно сходятся к оптимальному набору объяснений за полиномиальное время. Говоря о том, что алгоритмическая игра предоставляет объяснение «любого обучающегося», «выделяет аспекты, которые недостаточно изучены в текущей литературе, и указывает путь к новым и улучшенным решениям», они закрывают глаза на то, что настоящее объяснение глобально [12] и должно затрагивать прочие окружающие феномены, причины и обстоятельства или соотноситься с ними. И это ставит заслон попытке Уотсона и Флориды придать своим объяснениям действенную силу, способную разорвать формальные сети или хотя бы привести к подобию порядка в реальных, а не идеальных делах.

О таком порядке писал, например, Г. Лейбниц, рассуждая о бесконечно малых и о «гармонии вещей». Он указал на общий принцип порядка, возникающий из представлений о бесконечности и непрерывности. Этот принцип позволит устанавливаемым правилам не вступать в противоречия друг с другом [2]. Тогда, если это окажется осуществимо в реальных обстоятельствах, можно было бы надеяться на успешное достижение поставленных целей, выраженных формальными моделями и методами. Если же нет, то порядок не установить, а вопрос времени и самой возможности выхода из кризиса формализации остается без ответа.

Если оглядеться вокруг, то бросится в глаза отсутствие учета человеческих возможностей (не факторов) при моделировании сложных информационных устройств и технологий. Именно здесь наиболее остро и наименее заметно проявляет себя кризис формализации. Во многих отчетных статьях явно или исподволь присутствует поползновение исключить человека из жизненных циклов так называемых «умных» устройств и технологий. Поскольку изъятие участия человека из жизненных циклов удастся с трудом (если в действительности удастся), появляются отражающие это веяние такие обновленные терминологические конструкции, как, например,

«этика роботов» [8], массово употребляемая примерно с 2007 г., и «искусственная мораль» [7]. Вот как в одной из работ определяется этика машин: «это новая область, которая стремится реализовать способности принятия моральных решений в компьютерах и роботах» [8, р. 13]. Допустимо ли будет выдвинуть навстречу следующее предположение: главное устремление изобретателей таких терминов заключается в создании социальной, психологической и правовой основы для снятия ответственности с человека, производящего и использующего автономные устройства? В русле всеохватывающего научно-технического прогресса идея сбросить груз ответственности с человека на робота сулит, как кажется многим исследователям, большие надежды. Но кто же станет тогда исправлять неминуемые ошибки?!

В заключение необходимо приоткрыть завесу будущего. Чем может обернуться сегодняшний кризис формализации, какими его плодами человечеству придется питаться?

Перспектива кризиса формализации определяется тем, насколько он проник в жизнеспособность научно-технических стратегий и разработок. В первую очередь следует сосредоточить внимание на медицинских, производственных и фундаментальных исследованиях. С одной стороны, в медицине и на производстве оперируют реальными целями и конкретными задачами, не допуская излишне абстрактного уровня операбельности процессов. Но с другой стороны, перманентно наблюдается усиление роли автоматизации и цифровизации в информационной поддержке здравоохранения и производства. Именно эта возрастающая значимость цифровизации способна вырастить безответственных цифровых монстров, которые на основании формальной оптимальности как символа наилучшей точности и надежности перехватят руль управления у здравого смысла, интуитивного решения и личной ответственности.

Литература

1. Гуссерль Э. Логические исследования. Картезианские размышления. Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология. Кризис европейского человечества и философии. Философия как строгая наука. Минск.: Харвест; Москва: АСТ, 2000.
2. Лейбниц Г.В. Сочинения: В 4 т. М.: Мысль, 1982. Т.1

3. *Поспелов Д.А.* Становление информатики в России // Очерки истории информатики в России. Новосибирск, 1998. С. 7–44.
4. *Филимонов Н.Б.* Методологический кризис «всепобеждающей математизации» современной теории управления // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. № 17 (5). С. 291–301.
5. *Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г.* Математические методы и модели в управлении. М.: Дело, 2000.
6. *Ahissar E., Nagarajan S., Ahissar M., Protopapas A., Mahncke H., Merzenich M.M.* Speech comprehension is correlated with temporal response patterns recorded from auditory cortex // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2001. Vol. 98. No. 23. P. 13367–13372.
7. *Allen C., Smit I., Wallach W.* Artificial morality: Top-down, bottom-up, and hybrid approaches // Ethics and Information Technology. 2005. Vol. 7. P. 149–155.
8. *Allen C., Wallach W., Smit I.* Why machine ethics? // IEEE Intelligent Systems. 2006. Vol. 21, No. 4. P. 12–17.
9. *Cortes J., Martinez S., Karatas T., Bullo F.* Coverage control for mobile sensing networks // IEEE Transactions on Robotics and Automation. 2004. Vol. 20, No. 2. P. 243–255.
10. *Demirci K., Akgönlü M., Akpinar A.* Relationship of smartphone use severity with sleep quality, depression, and anxiety in university students // Journal of Behavioral Addictions. 2015. Vol. 4, No. 2. P. 85–92.
11. *Elhai J.D., Dvorak R.D., Levine J.C., Hall B.J.* Problematic smartphone use: A conceptual overview and systematic review of relations with anxiety and depression psychopathology // Journal of Affective Disorders. 2017. No. 207. 251–259.
12. *Friedman M.* Explanation and scientific understanding // Journal of Philosophy. 1974. Vol. 71, No. 1. P. 5–19.
13. *Kahneman D., Tversky A.* Prospect theory: An analysis of decision under risk // Econometrica. 1979. Vol. 47, No. 2. P. 263–291.
14. *Na X., Cole D.J.* Experimental evaluation of a game-theoretic human driver steering control model // IEEE Transactions on cybernetics. 2022. Vol. 99. P. 1–14
15. *Ren W., Beard R.W.* Distributed Consensus in Multi-vehicle Cooperative Control: Theory and Applications. London: Springer Verlag. 2008.
16. *Schippers M.C., Edmondson A.C., West M.A.* Team reflexivity as an antidote to team information-processing failures // Small Group Research. 2014. Vol. 45, No. 6. P. 731–769.
17. *Silvia P.J.* Interest – The curious emotion // Current Directions in Psychological Science. 2008. Vol. 17, No. 1.
18. *Suárez-Riestra F.* Intuición, razón y cálculo en el análisis estructural en la bóveda de crucería de la capilla de San Antonio en Candás (Asturias) // Informes de la Construcción. 2015. Vol. 67 (540). e122.
19. *Suddaby R., Viale T., Gendron Y.* Reflexivity: The role of embedded social position and entrepreneurial social skill in processes of field level change // Research in Organizational Behavior. 2016. Vol. 36. P. 225–245.
20. *Watson D.S., Floridi L.* The explanation game: a formal framework for interpretable machine learning // Ethics, Governance, and Policies in Artificial Intelligence. P. 185–219. Cham: Springer International Publishing, 2021.

References

1. *Husserl, E.* (2000). *Logicheskie issledovaniya. Kartzianskie razmyshleniya. Krizis evropeyskikh nauk i transtsendentalnaya fenomenologiya. Krizis evropeyskogo chelovechestva i filosofii. Filosofiya kak strogaya nauka.* [Logical Investigations. Cartesian Meditations. The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology. The Crisis of European Man and Philosophy. Philosophy as Rigorous Science]. Minsk, Kharvest Publ. & Moscow, AST Publ. (In Russ.).
2. *Leibniz, G.W.* (1982). *Sochineniya: V 4 t.* [Works: In 4 vol.], Vol 1. Moscow, Mysl Publ. (In Russ.).
3. *Pospelov, D.A.* (1998). *Stanovlenie informatiki v Rossii* [Development of Informatics in Russia]. In: *Ocherki istorii informatiki v Rossii* [Essays on the History of Informatics in Russia]. Novosibirsk, 7–44.
4. *Filimonov, N.B.* (2016). Metodologicheskiy krizis “vsepobezhdayushchey matematizatsii” sovremennoy teorii upravleniya [Methodological crisis of “all-conquering mathematization” of modern control theory]. *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie* [Mechatronics, Automation, Control], 17 (5), 291–301.
5. *Shikin, E.V. & A.G. Chkhartishvili.* (2000). *Matematicheskie metody i modeli v upravlenii* [Mathematical Methods and Models in Management.] Moscow, Delo Publ.
6. *Ahissar, E., S. Nagarajan, M. Ahissar, A. Protopapas, H. Mahncke & M.M. Merzenic.* (2001). Speech comprehension is correlated with temporal response patterns recorded from auditory cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 98, No. 23, 13367–13372.
7. *Allen, C., I. Smit & W. Wallach.* (2005). Artificial morality: Top-down, bottom-up, and hybrid approaches. *Ethics and Information Technology*, 7, 149–155.
8. *Allen, C., W. Wallach & I. Smit.* (2006). Why machine ethics? *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 21, No. 4, 12–17.
9. *Cortes, J., S. Martinez, T. Karatas & F. Bullo.* (2004). Coverage control for mobile sensing networks. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 20, No. 2, 243–255.
10. *Demirci, K., M. Akgönül & A. Akpinar.* (2015). Relationship of smartphone use severity with sleep quality, depression, and anxiety in university students. *Journal of Behavioral Addictions*, Vol. 4, No. 2, 85–92.
11. *Elhai, J.D., R.D. Dvorak, J.C. Levine & B.J. Hall.* (2017). Problematic smartphone use: A conceptual overview and systematic review of relations with anxiety and depression psychopathology. *Journal of Affective Disorders*, 207, 251–259.
12. *Friedman, M.* (1974). Explanation and scientific understanding. *Journal of Philosophy*, Vol. 71, No. 1, 5–19.
13. *Kahneman, D. & A. Tversky.* (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, Vol. 47, No. 2, 263–291.
14. *Na, X. & D.J. Cole.* (2022). Experimental evaluation of a game-theoretic human driver steering control model. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 99, 1–14.
15. *Ren, W. & R.W. Beard.* (2008). *Distributed Consensus in Multi-Vehicle Cooperative Control: Theory and Applications.* London, Springer Verlag.
16. *Schippers, M.C., A.C. Edmondson & M.A. West.* (2014). Team reflexivity as an antidote to team information-processing failures. *Small Group Research*, Vol. 45, No. 6, 731–769.
17. *Silvia, P.J.* (2008). Interest – The curious emotion. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 17, No. 1.

18. *Suárez-Riestra, F.* (2015). Intuición, razón y cálculo en el análisis estructural en la bóveda de crucería de la capilla de San Antonio en Candás (Asturias). *Informes de la Construcción*, 67 (540), e122.

19. *Suddaby, R., T. Viale & Y. Gendron.* (2016). Reflexivity: The role of embedded social position and entrepreneurial social skill in processes of field level change. *Research in Organizational Behavior*, 36, 225–245.

20. *Watson, D.S. & L. Floridi.* (2021). The explanation game: a formal framework for interpretable machine learning. In: *Ethics, Governance, and Policies in Artificial Intelligence*, 185–219. Cham, Springer International Publishing.

Информация об авторе

Разумовский Алексей Игоревич. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (117997, Москва, ул. Профсоюзная, 65), razumowsky@yandex.ru

Information about the author

Razumowsky, Alexey Igorevich. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Russian Academy of Sciences, (65, Profsoyuznaya st., Moscow, 117997, Russia).

Дата поступления 18.04.2023