

УДК 004.896

doi:10.21685/2072-3059-2021-4-3

## Искусственный интеллект и создание сложных организационно-технических систем (Часть I)

М. Ю. Бабич

Научно-производственное предприятие «Рубин», Пенза, Россия

babichmj@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* Рассмотрены сложные организационно-технические системы с элементами искусственного интеллекта, т.е. системы, в процессе функционирования которых решаются нетрадиционные задачи, связанные с творческими способностями человека. В настоящее время такие системы внедряются во многих отраслях народного хозяйства РФ и зарубежных стран. Целью первой части работы является анализ теоретических концепций известных специалистов в области искусственного интеллекта для определения возможных направлений развития организационно-технических систем рассматриваемого класса, выработки стратегии их проектирования. Во второй части работы ставится задача доказать, что понятие искусственного интеллекта является относительным и зависит от наблюдателя. *Материалы и методы.* Определен достаточно широкий спектр результатов исследований в области искусственного интеллекта. Проанализированы работы ведущих специалистов этого направления. Уточнена реактивная и проактивная реакции разработчиков сложных систем на результаты в области искусственного интеллекта, влияющих на стратегию проектирования систем рассматриваемого класса. *Результаты.* Проанализированы свойства организационно-технических систем, в контуре которых функционируют подсистемы с функциями решения творческих задач человека. Выявлено влияние простой и трудной проблем Чалмерса на разработку сложных организационно-технических систем. *Выводы.* Определены три варианта дальнейшего пути развития технических решений. Самым осторожным является третий путь, когда предполагается, что в настоящее время возможно создание систем с элементами искусственного интеллекта. Определена стратегия создания и развития организационно-технических систем в условиях третьего варианта.

**Ключевые слова:** организационно-техническая система, искусственный интеллект, сознание, феномен, ментальность

**Для цитирования:** Бабич М. Ю. Искусственный интеллект и создание сложных организационно-технических систем (Часть I) // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2021. № 4. С. 34–42. doi:10.21685/2072-3059-2021-4-3

## Artificial intelligence and creation of complex organizational and technical systems (Part 1)

M.Yu. Babich

Research and Production Enterprise «Rubin», Penza, Russia

babichmj@mail.ru

**Abstract.** *Background.* Complex organizational and technical systems with elements of artificial intelligence are considered, that is, systems, in the course of their functioning,

---

© Бабич М. Ю., 2021. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

unconventional tasks related to human creative abilities are solved. Currently, such systems are being implemented in many sectors of the national economy of the Russian Federation and foreign countries. The purpose of the study's first part is to analyze the theoretical concepts of well-known specialists in the field of artificial intelligence to determine possible directions for the development of organizational and technical systems of the class under consideration, and develop a strategy for their design. In the second part of the work, the purpose is to prove that the concept of artificial intelligence is relative and depends on the observer. *Materials and methods.* A fairly wide range of research results in the field of artificial intelligence has been identified. The works of leading experts in this area are analyzed. The reactive and proactive reaction of developers of complex systems to the results in the field of artificial intelligence, influencing the design strategy of systems of the class in question, has been clarified. *Results.* The properties of organizational and technical systems are analyzed, in the contour of which subsystems function with the functions of solving creative problems of a person. The influence of a simple and difficult Chalmers problem on the development of complex organizational and technical systems is revealed. *Conclusions.* Three options for the further development of technical solutions have been identified. The most cautious is the third way, when it is assumed that it is currently possible to create systems with elements of artificial intelligence. The strategy for the creation and development of organizational and technical systems in the context of the third option has been determined.

**Keywords:** organizational and technical system, artificial intelligence, consciousness, phenomenon, mentality

**For citation:** Babich M.Yu. Artificial intelligence and creation of complex organizational and technical systems (Part 1). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki* = *University proceedings. Volga region. Engineering sciences*. 2021;(4):34–42. (In Russ.). doi:10.21685/2072-3059-2021-4-3

### Введение

В настоящее время приобретает большое значение создание сложных систем, при функционировании которых решаются нетрадиционные задачи, связанные с творческими способностями человека, – интеллектуальные системы. Предполагается, что функционирование интеллектуальных систем значительно эффективнее, чем аналогичная деятельность человека. Будем рассматривать сложные интеллектуальные организационно-технические системы (ОТС). Разработка ОТС рассматриваемого класса связана с состоянием дел в области исследований по искусственному интеллекту (ИИ), хотя разработчики ОТС никогда не ставят себе задачу достаточно близко подойти к созданию систем, которые можно отнести к ИИ в полной мере. Отметим, что далее будет рассматриваться класс ОТС, на разработку которых отводится не более 5–7 лет, т.е. исключаются из рассмотрения перспективные работы, которые, возможно, будут носить прорывной характер в своей области, но требующие значительных и рискованных капиталовложений и длительных сроков создания.

### Материалы и методы

Существует массив работ, посвященных влиянию результатов, достигнутых в области ИИ, на жизнь общества, научные и технологические исследования [1–8]. Казалось бы, что для систем рассматриваемого класса не требуется решений общих вопросов, связанных с проблемами ИИ: есть требования заказчика или рынка, которые может удовлетворить тот или иной кол-

лектив разработчиков ОТС. С течением времени, по мере развития науки и техники, требования меняются, а вместе с ними происходит реорганизация коллективов разработчиков, изменяется их компетенция. Но такая реакция разработчиков является реактивной. Более успешная адаптация к изменяющейся среде требует проактивной реакции, при которой происходит адаптация компонентов системы (в нашем случае организации разработчиков) внутри себя и с внешней системой или средой (заказчик, развитие науки и техники, смежные технологии). В этом случае необходима синхронизация между своими компонентами и внешней средой на основе прогноза [9]. Другими словами, нужен не только прогноз пути развития научных направлений и технологических изменений, но и работы по созданию ОТС, которые могли бы воздействовать на выявленные тенденции.

Поэтому в настоящей работе (части 1, 2) ставятся две задачи.

Первая задача: на основе результатов теоретических (философских) споров попытаться определить возможные направления развития сложных ОТС, от которых могут зависеть новые требования к коллективам разработчиков (структура, организация работы, компетенции и т.д.).

Вторая задача (вторая часть работы): определить, какие вопросы со стороны разработчиков сложных ОТС не получают должного внимания в теоретических исследованиях, связанных с ИИ. В частности, требуется доказать, что понятие рациональности ИИ можно считать относительным, т.е. зависящим от того, где находится наблюдатель, в какой системе. Деятельность любого агента (модель деятельности человека) является *относительно* рациональной, даже если предположить, что он знает все и не совершает ошибок. Это в корне меняет взгляды на возможность создания ИИ.

Для решения поставленных задач были проанализированы работы ведущих специалистов в области ИИ и смежных с ней областях [7, 8, 10–26].

Напомним некоторые определения, которые присутствуют в исследованиях по ИИ.

Среди специалистов нет единства в понятии ИИ и критерии, по которому определяется наличие интеллекта. Будем придерживаться самого общего рабочего определения:

1. ИИ есть результат исследований в современной науке, целью которых является создание машины или системы, способной думать и функционировать как человек.

2. Ментальность – способ видения мира, определенный образ мыслей, совокупность мысленных навыков или духовных установок, в которых мысль не отделена от эмоций.

3. Феномен (философия, психология) – явление, данное в чувственном восприятии, доступное в качестве нашего собственного внутреннего опыта, который осознается в основном только нами, в отличие от явлений и экспериментов в естественных науках. Феномен является субъективной реальностью.

### Первая задача

Начнем с поиска ответов на самые общие вопросы и покажем, к чему в зависимости от них приходим в разработках сложных ОТС.

Эффективность системы в решении творческой задачи зависит от того, насколько близка система к ИИ, точнее, насколько удачно функционируют

в ней элементы ИИ, так как полное достижение ИИ пока невозможно. Поэтому первый вопрос, на который хотелось бы получить ответ разработчикам ОТС: возможно ли создание ИИ и в какой мере?

Значительную роль в обсуждении этого вопроса играет введенное в [10] разделение на легкую и трудную проблемы. Изучение интеллекта неразрывно связано с изучением сознания живых существ, т.е. с ощущением Я, с контролем действий, желаний, с осознанием своих эмоций. Д. Чалмерс [10] под легкой проблемой интеллекта понимает вопросы психологического понятия ментального, т.е. как мозг обрабатывает информацию, интегрирует ее, как формируются отчеты о своих состояниях. Трудной проблемой являются: феноменальное понятие ментального, ответ на вопрос, почему происходят переживания в качестве сознательного опыта, осознание переживания. В качестве примера можно привести победу компьютера над Каспаровым. Созданный алгоритм поиска эффективных шахматных ходов относится к легкой проблеме. Компьютер не стремился выиграть или проиграть партию, он не понимал значения своего выигрыша, ему было не интересно, он не переживал, не осознавал эмоционально сложившихся ситуаций. У него не было цели, так как он действовал всего лишь по заданному алгоритму. Цель была у создателей алгоритма. Разработчики решили только легкую проблему. Трудная осталась вне их интересов.

С учетом приведенного разделения проблемы спектр ответов на поставленный вопрос удручающе широк.

На одном конце спектра находится мнение исследователей, что трудной проблемы не существует, что создание ИИ может произойти в наше время, на средствах вычислительной техники, созданной по известным принципам, что вычислительный процесс полностью моделирует работу мозга, включая сознание [12]. ИИ не только возможен в наши дни, но и опасен, если мы это не осознаем [19].

На другом конце спектра мнение, что создание ИИ невозможно даже в отдаленном будущем. Можно только моделировать работу мозга, но то, что делает мозг в процессе мышления (скорее, сознания), никакими вычислениями описать невозможно. Проблема создания ИИ, соперничающего с человеком, надумана. Вопрос должен ставиться по-другому: возможно ли создание искусственной белковой жизни? Именно она будет соперничать с человеком за ресурсы [25].

Большинство исследователей придерживаются более осторожной позиции. Мозг порождает ментальное, относящееся к сознанию, которое в большой степени детерминирует работу мозга и поведение человека. Ментальное порождается физическими процессами. Не существует принципиальных преград для создания ИИ благодаря отсутствию какого-либо запрета и инвариантности информации по отношению к ее физическому носителю. Субъективная реальность феномена может быть воспроизведена на иной субстратной основе. Достижение ИИ в принципе возможно, но не в наше время и на других технических или иных средствах.

При этом специалисты расходятся в еще одном очень важном для разработчиков ОТС вопросе: вычисляем ли наш Мир? Можно ли с помощью алгоритма описать любое явление, происходящее в нашем Мире? Средством подобного описания является математика, но проблемы в ней начались еще задолго до работ Геделя (неполнота, непротиворечивость), Черча (неразре-

шимость), Цермело (аксиома выбора). Это хорошо описано в [27]. В наше время характерной является работа [28].

Имеет место предположение, что все физические явления вычислимы, но исключением являются квантовые эффекты. Организация мозга происходит из необходимости реализации невычислительных процессов (не поддающихся алгоритмизации) в рамках физических законов [16, 17].

К этому близка проблема функционализма [14]. Если окружающие нас объекты представляют собой физическую реальность, т.е. имеют массу, скорость и другие физические характеристики, то каким образом они переходят в субъективную реальность в нашем сознании, которая не обладает подобными характеристиками? Мы не можем определить, например, вес ментальности. Сторонники функционализма предполагают, что существует некоторая функция  $F$ , которая переводит физическое  $X$  в ментальное, в субъективную реальность  $Y$ , т.е. имеет место

$$Y = F(X). \quad (1)$$

Но здесь также нет единства. Например, Д. Деннет [12] считает, что ментальность отсутствует и имеет место только

$$X = F(X). \quad (2)$$

В работе [11] рассматривается и критикуется компьютерный функционализм, т.е. концепция, утверждающая, что функцию  $F$  можно реализовать на компьютере.

Считается, что функционализм является ведущей теорией [24], несмотря на критику со стороны «нередуктивного физикализма», который критикует его за неспособность объяснить природу феноменальных аспектов сознательного опыта.

Формула (1) приобретает вид

$$Y = F(X, Y), \quad (3)$$

т.е. каждое ментальное состояние находится в соответствии с физическими сигналами входа, а также другими ментальными состояниями.

Итогом является утверждение, что все явления субъективной реальности могут быть определены в качестве функции, но понятие функции весьма широко: физическая, химическая, биологическая, социальная, техническая, информационная причинность [20].

Кроме этого, нельзя отбросить мнение ряда исследователей в смежных областях, которые считают, что невозможно создать сознание с нуля. Для этого необходим опыт человека [29–31]. Существуют работы [32, 33] о метафорической природе мышления (метафора – аналогия). В основе метафоры лежит наш телесный опыт, приобретенный эволюционным путем, сохраненный в генах, культуре, передаваемый обществом. Высказывание относительно рассуждений человека: «...правила, которые составляют основу рассуждений, не являются точно такими же, какие используются в классической логике для определения условий валидности рассуждений. Это объясняется тем, что рассуждения служат не только для наглядного доказательства: они служат также для формирования гипотез, для развития эвристик поиска» [34].

Понятно, что при таком разбросе мнений нет возможности разработчикам ОТС определить какой-либо путь к созданию ИИ. Можно лишь выделить

работу [8], в которой рассматривается проблема образования специалистов по ИИ. В ней отмечается, что для работы с ИИ необходимо готовить теоретиков, программистов, квалифицированных пользователей, специалистов соответствующей предметной области. Почему-то забывается необходимость в специалистах по «железу».

### Заключение

Отсутствие единого мнения исследователей в вопросе создания ИИ вынуждает разработчиков ОТС интуитивно придерживаться основополагающих положений, сводя их к уровню аксиом. Возможны три варианта развития дальнейших технических решений.

Первый: создание ИИ возможно на современных средствах вычислительной техники. В этом случае надо продолжать пытаться достигнуть возможностей ИИ, улучшая технические характеристики вычислительной техники и разрабатывая новые более хитроумные алгоритмы обработки информации творческих задач.

Второй: создание ИИ невозможно на современных средствах вычислительной техники, даже при их значительно более эффективной работе. Необходимо направить творческие усилия на более глубокое изучение мозга человека и создание технических устройств, в основу которых должны быть положены совершенно другие принципы.

Третий (более осторожный вариант развития): современная вычислительная техника и наши теоретические знания позволяют не создать ИИ, а приблизиться к решению некоторых творческих задач.

На наш взгляд, выбрав третий, самый осторожный вариант, разработчикам ОТС в настоящее время необходимо отбросить трудную проблему по Чалмерсу и остановиться только на решении легкой проблемы, т.е. рассматривать лишь обработку информации, пытаясь приблизиться к ИИ, создавая системы с *элементами* ИИ, не пытаясь моделировать специфические функции сознания (интуиция, аналогии квалиа, метафорическое мышление и т.д.). Вывод не носит кажущийся тривиальный характер. Не так давно автор был ознакомлен с пресс-релизом № 375 фирмы «ИнформСистем» (Екатеринбург) о программном комплексе, который был построен, по мнению разработчиков, на программной реализации интуитивного мышления человека (ИИ «Risk») [35]. Это противоречит вышеприведенной рекомендации и затрагивает еще плохо изученное функциональное свойство человека.

На предложенном пути возникает вторая задача, которая будет рассмотрена во второй части статьи.

### Список литературы

1. Шваб К., Дэвис Н. Технологии четвертой промышленной революции. М. : Эксмо, 2019. 320 с.
2. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М. : Эксмо, 2016. 138 с.
3. Брокман Д. Что мы думаем о машинах, которые думают. Ведущие мировые ученые об искусственном интеллекте. М. : Альпина нон-фикшн, 2017. 549 с.
4. Росс А. Индустрия будущего. М. : АСТ, 2017. 351 с.
5. Бриньолфсон Э., Макафи Э. Вторая эра машин. М. : АСТ, 2017. 384 с.
6. Поспелов Д. А. Десять (горячих точек) в исследованиях по искусственному интеллекту // Искусственный интеллект и принятие решений. 2019. № 4. С. 3–9.

7. Финн В. К. Искусственный интеллект. Методология, применения, философия. М. : Красанд, 2018. 448 с.
8. Финн В. К. Интеллект, информационное общество, гуманитарное знание и образование. М. : Ленанд, 2021. 464 с.
9. Венда В. Ф. Системы гибридного интеллекта. Эволюция, психология, информатика. М. : Ленанд, 2020. 448 с.
10. Чалмерс Д. Сознательный ум. В поисках фундаментальной теории. М. : Либроком, 2019. 512 с.
11. Серл Дж. Открывая сознание заново. М. : Идея-Пресс, 2002. 256 с.
12. Деннет Д. Сладкие грезы. Чем философия мешает науке о сознании. М. : Ленанд, 2017. 304 с.
13. Пинкер С. Как работает мозг. М. : Кучково поле, 2017. 672 с.
14. Патнэм Х. Разум, истина и история. М. : Праксис, 2002. 296 с.
15. Nagel T. What is it like to be a bat? // *Philosophical Review*. 1974. Vol. 83. P. 435–456.
16. Пенроуз Р. Тени разума. В поисках науки о сознании. М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2005. 688 с.
17. Пенроуз Р. Новый ум короля. М. : Едиториал, 2005. 400 с.
18. Турчин В. Ф. Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции. М. : ЭТС, 2000. 368 с.
19. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. 496 с.
20. Дубровский Д. И. Проблема сознания и мозг. Теоретическое решение. М. : Канон+, 2015. 208 с.
21. Дубровский Д. И. Проблема сознания. М. : Ленанд, 2019. 400 с.
22. Васильев В. В. Сознание и вещи. Очерк феноменалистической онтологии. М. : Либроком, 2014. 240 с.
23. Васильев В. В. Трудная проблема сознания. М. : Прогресс-Традиция, 2009. 271 с.
24. Иванов Д. Природа феноменального сознания. М. : Либроком, 2020. 240 с.
25. Шамис А. Л. Вектор Эволюции. Жизнь, эволюция, мышление с точки зрения программиста. М. : Либроком, 2013. 200 с.
26. Габриэль М. Я не есть мозг. М. : Ленанд, 2020. 304 с.
27. Клайн М. Математика. Утрата определенности. М. : Мир, 1984. 434 с.
28. Филимонов Н. Б. Методологический кризис «всепобеждающей математизации» современной теории управления // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2016. Т. 17, № 5. С. 291–299.
29. Свердлик А. Г. Как эмоции влияют на абстрактное мышление и почему математика невероятно точна. М. : Ленанд, 2016. 256 с.
30. Крис Ф. Мозг и душа. М. : АСТ, 2019. 335 с.
31. Матурана У., Варела Ф. Дерево познания. Биологические корни человеческого понимания. М. : Ленанд, 2019. 320 с.
32. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. University of Chicago Press, 1987. 614 p.
33. Лакофф Дж, Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем. М. : Едиториал, 2004. 256 с.
34. Ришар Ж. Ф. Ментальная активность. Понимание, рассуждение, нахождение решений. М. : Институт психологии РАН, 1998. 232 с.
35. Самоорганизующаяся система Smart-Mes. URL: <https://inform-system.ru> (дата обращения: 06.12.2021).

## References

1. Shvab K., Devis N. *Tekhnologii chetvertoy promyshlennoy revolyutsii = Technologies of the fourth industrial revolution*. Moscow: Eksmo, 2019:320. (In Russ.)
2. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya = The 4<sup>th</sup> industrial revolution*. Moscow: Eksmo, 2016:138. (In Russ.)

3. Brokman D. *Chto my думаем о машинах, которые думают. Ведущие мировые ученые об искусственном интеллекте = What do we think about machines that think. Leading scientists on artificial intelligence.* Moscow: Al'pina non-fikshin, 2017:549. (In Russ.)
4. Ross A. *Industriya budushchego = The industry of future.* Moscow: AST, 2017:351. (In Russ.)
5. Brin'olfson E., Makafi E. *Vtoraya era mashin = The second era of machines.* Moscow: AST, 2017:384. (In Russ.)
6. Pospelov D.A. Ten (hot spots) in AI research. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy = Artificial intelligence and decision making.* 2019;(4):3–9. (In Russ.)
7. Finn V.K. *Iskusstvennyy intellekt. Metodologiya, primeneniya, filosofiya = Artificial Intelligence. Methodology, applications, philosophy.* Moscow: Krasand, 2018:448. (In Russ.)
8. Finn V.K. *Intellekt, informatsionnoe obshchestvo, gumanitarnoe znanie i obrazovanie = Intellect, information society, humanitarian knowledge and education.* Moscow: Lenand, 2021:464. (In Russ.)
9. Venda V.F. *Sistemy gibridnogo intellekta. Evolyutsiya, psikhologiya, informatika = Hybrid intelligence systems. Evolution, psychology, computer science.* Moscow: Lenand, 2020:448. (In Russ.)
10. Chalmers D. *Soznayushchiy um. V poiskakh fundamental'noy teorii = Conscious mind. In search of a fundamental theory.* Moscow: Librokom, 2019:512. (In Russ.)
11. Serl Dzh. *Otkryvaya soznanie заново = Reopening consciousness.* Moscow: Ideya-Press, 2002:256. (In Russ.)
12. Dennet D. *Sladkie grezy. Chem filosofiya meshaet nauke o soznanii = Sweet dreams. How philosophy interferes with the science of consciousness.* Moscow: Lenand, 2017:304. (In Russ.)
13. Pinker S. *Kak rabotaet mozg = How the brain works.* Moscow: Kuchkovo pole, 2017:672. (In Russ.)
14. Patnem Kh. *Razum, istina i istoriya = Reason, truth and history.* Moscow: Praxis, 2002:296. (In Russ.)
15. Nagel T. What is it like to be a bat? *Philosophical Review.* 1974;83:435–456.
16. Penrouz R. *Teni razuma. V poiskakh nauki o soznanii = Shadows of the mind. In search of a science of consciousness.* Moscow; Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2005:688. (In Russ.)
17. Penrouz R. *Novyy um korolya = The new mind of the king.* Moscow: Editorial, 2005:400. (In Russ.)
18. Turchin V.F. *Fenomen nauki. Kiberneticheskiy podkhod k evolyutsii = The phenomenon of science. Cybernetic approach to evolution.* Moscow: ETS, 2000:368. (In Russ.)
19. Bostrom N. *Iskusstvennyy intellekt. Etapy. Ugrozy. Strategii = Artificial Intelligence. Stages. Threats. Strategies.* Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2016:496. (In Russ.)
20. Dubrovskiy D.I. *Problema soznaniya i mozg. Teoreticheskoe reshenie = The problem of consciousness and the brain. Theoretical solution.* Moscow: Ka-non+, 2015:208. (In Russ.)
21. Dubrovskiy D.I. *Problema soznaniya = The problem of consciousness.* Moscow: Lenand, 2019:400. (In Russ.)
22. Vasil'ev V.V. *Soznanie i veshchi. Ocherk fenomenalisticheskoy ontologii = Consciousness and things. Essay on phenomenalist ontology.* Moscow: Librokom, 2014:240. (In Russ.)
23. Vasil'ev V.V. *Trudnaya problema soznaniya = The hard problem of consciousness.* Moscow: Progress-Traditsiya, 2009:271. (In Russ.)
24. Ivanov D. *Priroda fenomenal'nogo soznaniya = The nature of phenomenal consciousness.* Moscow: Librokom, 2020:240. (In Russ.)
25. Shamis A.L. *Vektor Evolyutsii. Zhizn', evolyutsiya, myshlenie s tochki zreniya programmisty = Evolution vector. Life, evolution, thinking from the point of view of a programmer.* Moscow: Librokom, 2013:200. (In Russ.)

26. Gabriel' M. *Ya ne est' mozg = I am not a brain*. Moscow: Lenand, 2020:304. (In Russ.)
27. Klayn M. *Matematika. Utrata opredelennosti = Mathematics. Loss of certainty*. Moscow: Mir, 1984:434. (In Russ.)
28. Filimonov N.B. Methodological crisis of “all-conquering mathematization” of modern management theory. *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie = Mechatronics, automation, control*. 2016;17(5):291–299. (In Russ.)
29. Sverdlik A.G. *Kak emotsii vliyayut na abstraktnoe myshlenie i pochemu matematika neveroyatno tochna = How emotions affect abstract thinking and why math is incredibly accurate*. Moscow: Lenand, 2016:256. (In Russ.)
30. Kris F. *Mozg i dusha = Brain and soul*. Moscow: AST, 2019:335. (In Russ.)
31. Maturana U., Varela F. *Drevo poznaniya. Biologicheskie korni chelovecheskogo ponimaniya = Tree of knowledge. Biological roots of human understanding*. Moscow: Lenand, 2019:320. (In Russ.)
32. Lakoff J. *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. University of Chicago Press, 1987:614.
33. Lakoff Dzh, Dzhonson M. *Metafori, kotorymi my zhivem = Metaphors we live by*. Moscow: Editorial, 2004:256. (In Russ.)
34. Rishar Zh.F. *Mental'naya aktivnost'. Ponimanie, rassuzhdenie, nakhozhdenie resheniy = Mental activity. Understanding, reasoning, finding solutions*. Moscow: Institut psikhologii RAN, 1998:232. (In Russ.)
35. *Samoorganizuyushchayasya sistema Smart-Mes = Self-organizing system Smart-Mes*. (In Russ.). Available at: <https://inform-system.ru> (accessed 06.12.2021).

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Михаил Юрьевич Бабич**

доктор технических наук, доцент,  
главный специалист, Научно-  
производственное предприятие «Рубин»  
(Россия, г. Пенза, ул. Байдукова, 2)

E-mail: babichmj@mail.ru

**Mikhail Yu. Babich**

Doctor of engineering sciences, associate  
professor, key specialist, Research  
and Production Enterprise “Rubin”  
(2 Baidukova street, Penza, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию / Received 24.09.2021**

**Поступила после рецензирования и доработки / Revised 06.11.2021**

**Принята к публикации / Accepted 29.11.2021**