

УДК 504.75.05(045), 004.5.

ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ФИЗИКО-АНТРОПНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. Г. Маслов¹, А. П. Бельтюков²

¹maslov@udsu.ru, ²belt@udsu.ru

Удмуртский государственный университет (УдГУ)

Поступила в редакцию 1 марта 2021 г.

Аннотация. Обсуждаются проблемы построения физико-антропно-технических систем (ФАТ-систем, состоящих из человека, техники и природных объектов), естественного продолжения человеко-машинных и эргатических систем. Анализируется творческий потенциал человека, реализуемый в ФАТ-системе, существенно изменяющий современный образ жизни человека. Предлагаются решения проблем по построению ФАТ-систем, решающих конструктивные задачи. Решения уточняют роли элементов ФАТ-систем в решении таких задач. При решении используются методы логического синтеза, системного анализа.

Ключевые слова: физико-антропно-техническая система; эргатическая система; человеко-машинная система; сложные проблемы; конструктивные задачи; логический синтез; системный анализ; сенсорное пространство; технологические разрывы; искусственные и естественные системы.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной жизни и роль человека в ней, качество жизни требуют своего всестороннего переосмысления. Современная жизнь характеризуется высоким темпом процессов и резким сокращением времени на принятие решений. Это часто приводит к неадекватным средствам и методам решения возникающих жизненно важных проблем. Кроме того, созданные технические средства обрушили на человека огромные объемы данных (big data, extreme data), которые в «эпоху потребительства» лежат мертвым грузом и создают иллюзию понимания и владения как глобальными, так и локальными жизненными ситуациями. Явно негативную роль в развитии жизненных процессов играют «индикаторные» системы оценки (системы «показателей»), которые часто

редуцируют многомерные системы к одномерным (например, монетарным индексам) и уничтожают содержательную сторону объектов и процессов, приводят к необоснованному распределению результатов труда и формированию ложных целей. Они также создают произвольные технологические разрывы, искусственно обрывая процесс развития или жизнедеятельности при достижении локальных целей и при уничтожении глобальных или вышестоящих целей.

Как писал Герман Гессе [1]:

«В мудрости Востока и Запада мы видим уже не враждебные, борющиеся силы, но полюса, между которыми раскачивается жизнь». Иными словами, мир совершает маятниковые колебания между Востоком и Западом, и сейчас мы находимся на западной стороне, уповая на «неограниченные» возможности искусственных (или технических)

систем. Но многие жизненно важные проблемы должны решаться на основе гармонизации возможностей человека и его жизненной среды – живой и неживой природы, а также искусственных систем.

В данной работе обсуждаются проблемы создания физико-антропно-технических систем (ФАТ-систем) [2–5], которые могут стать системообразующим ядром организации и построения взаимодействующих жизненных систем и сред. ФАТ-системы строятся из искусственных (технических, программных, абстрактных, идеальных, и т.п.) и естественных (животных, растений и других природных объектов) систем, а также человека или коллектива людей, объединяемых для совместной целенаправленной деятельности (рис.1).

Описанные проблемы уже в принципе осознаны и исследуются, например, в проекте «Венера», но все-таки, в отличие от настоящей работы, с иных – технократических – позиций, и позиций социальной инженерии [6, 7].

НЕДОСТАТКИ СЛОЖИВШЕГОСЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ПРОБЛЕМ

Современный подход к решению жизненно важных проблем в основном уповает на технику (в частности, развивая «искусственный интеллект»). При этом неявно предполагается, что техническое решение проблемы – единственно верное и подлинно научное. Однако, это ниоткуда не следует. Наоборот, такой подход обладает существенными недостатками:

– приоритет отдается технике, а не человеку;

– человек загоняется в жесткие регламенты, подчиняется технике и в результате этого деградирует (у человека утрачиваются многие способности, например, даже способность к счету);

– при агрессивном и массовом распространении таких решений возникают серьезные экологические проблемы;

– есть и системные проблемы – проблемы нарушения функционирования техники при ее необдуманном широком распространении

(примеры можно увидеть при анализе движения современного городского транспорта, еще большие проблемы возникнут с воздушной транспортировкой);

– при сочетании технического подхода с монетарным начинает широко распространяться неадекватная реклама;

– технический подход также приводит к чрезмерной трате природных ресурсов и загрязнению окружающей среды, разрушению среды обитания человека и его внутреннего состояния.

Технический подход основывается на утопическом иллюзорном представлении о том, что любые процессы природы могут быть воссозданы техническими средствами. Хотя на самом деле, даже современные научные представления о природе существенно неполны, чтобы ее воссоздать. А сложность выполнения такого воссоздания либо превышает технические возможности человека, либо не вписывается в разумные ресурсные ограничения. Проблемы технического подхода усугубляются существованием противоречивых систем ценностей у людей.

Накопление знаний, которые должны были бы поддерживать технический подход, хаотично. Эти знания трудно сближать и соединять. Поэтому такая поддержка затруднена или не дает нужных результатов, а иногда становится непонятной. При этом также теряется возможность использования колоссального объема знаний в новых условиях. Часто такое «использование» сводится к простому цитированию.

Нет четкой технологической линии перевода идеальных решений в материальные.

ПРЕДЛАГАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

В настоящей статье предлагается исключить чисто технический подход. Вместо этого следует при решении задач, которые до сих пор неявно считались чисто техническими, использовать не только технические, но и природные, а также гуманитарные решения.

Предлагаемые решения должны базироваться на технологиях взаимных переходов



Рис. 1. Проблемы построения и функциональность ФАТ-систем

Fig. 1. Problems of construction and functionality of FAT systems

между идеальным и материальным, на организации информационных и технологических потоков, которые воссоздают новую целостность – жизненную среду, состоящую из объектов техники (искусственных систем), объектов природы и самих людей.

Начальный этап решения проблем находится в исследовании возможностей пересекающихся и взаимодействующих сенсорных систем, взаимосвязи которых усиливаются и фиксируются или подбираются на физической и семиотической основе.

На первом этапе необходимо построить пространство-структуру таких сенсорных систем жизненной среды (или представляющей жизненную среду). Такие сенсорные системы могут состоять как из технических, так и природных элементов и из сенсорных возможностей самого человека. Требуется выявить различные параметры таких сенсорных сетей, указать частоты срабатывания, пороги чувствительности и т.д. Это нужно для того, чтобы получить основу построения процессов функционирования и управления, используемых в решении возникающих проблем. Кроме этого, необходимо выявить виды поведения природных объектов. За человеком остаются процессы целеполагания и построения семиотических систем.

Важными факторами создания таких систем являются их программирование, управление поведением и компьютеринг [8–11]. Для ФАТ-системы существенно, чтобы у человека было сформировано и развивалось компьютеринговое мышление. Здесь требуется

уточнить, что такое программа ФАТ-системы, так как в ней могут оказаться в качестве компонент как традиционные программы компьютеров, так и обучающие последовательности (или более сложные обучающие объекты), инструкции, управления процессом дрессуры и многое другое. Кроме прямого программирования могут быть активированы процессы синтеза, обучения и самоорганизации (например, на основе аттрактивных и детрактивных связей).

При наличии базы сенсорных сетей построение систем, решающих жизненно важные проблемы, естественно распределяется в рамках идеальных и материальных процессов.

В устройстве сенсорных систем можно выделить следующие сенсорные модальности [12]: зрение, слух, ощущение запаха, вкуса, прикосновения, давления, тепла, холода, боли, ускорения, чувство равновесия, восприятие осмотического давления плазмы крови (чувство жажды), концентрации глюкозы в плазме крови (чувство голода) и др.

Животные обладают недоступными нам модальностями и субмодальностями, например:

- рецепторы инфракрасного излучения в лицевых ямках змей;
- органы рыб, чувствительные к электрическим полям;
- зрительное восприятие направления поляризации света у насекомых;
- зрительное восприятие ближнего ультрафиолета как одного из цветов спектра (у

большинства животных за исключением млекопитающих);

- различные виды эхолокации;
- магниторецепция (доказана у бактерий, предполагается у некоторых других животных).

В любых ФАТ-системах следует предусматривать защиту от чрезмерной передачи функций одним звеньям в ущерб другим (например, к негативным последствиям может приводить чрезмерное увлечение как человеческой, так и технической компонентой в управлении транспортными средствами).

В качестве примера приложения ФАТ-подхода можно указать, что с помощью ФАТ-среды можно решать задачи построения «умной ткани»: двумерного материала, который может менять свои глобальные и локальные геометрические и физические свойства вплоть до изменения топологии. Это свойство, управляемое на основе компьютеринга самой ткани и самоорганизации, которое можно использовать для решения разных задач. Например, в зависимости от изменения условий одежда из такой ткани может меняться для достижения поставленных целей (помощь в целенаправленном движении, энергетических задач и задач восприятия образа человека, носящего эту одежду, «легкоходная» помощь в существовании человека в разнородных средах). Такую ткань предлагается формировать на основе сочетания искусственных и природных объектов, а ее взаимодействие с человеком образует полномасштабную ФАТ-систему.

На основе такой ткани могут выполняться гибкие экзоскелеты. В дополнение к экзоскелету предлагается использовать «экзоинтеллект» в виде второй компоненты синтеза.

При построении умной ткани следует решать следующие задачи:

- задачи использования такой ткани (в том числе, задачи самоорганизации и самоадаптации);
- задачи ее построения:
 - a) построение технического воплощения;
 - b) построение математических (дискретных и непрерывных) и информационных моделей;

с) построение технологий производства (в том числе, биотехнологии и нанотехнологии).

Важную роль в технологиях работы с ФАТ-системами играет их обучение. Поскольку ФАТ-системы – не монолитны, их обучение должно носить не последовательный, а сетевой характер: вместо обучающих последовательностей следует использовать обучающие сети. Элементы ФАТ-системы в такой ситуации будут сами взаимодействовать между собой для достижения целостного эффекта обучения.

В связи с модой на «большие данные» в свете ФАТ-систем следует заметить, что подход «больших данных» антибионичен: в живой природе, в частности, в живых нервных системах никогда не сохраняется весь поток проходящих через них данных – вместо этого усиливаются или ослабляются связи между элементами этих систем в процессе движения информации. То есть живые системы основаны не на накопительном принципе в отношении информации, а на интегративном (в какой-то степени это подобно инкрементному подходу к экстремальным данным в эффективных OLAP-системах, когда весь поток входных данных не просматривается при получении его изменений, а изменяются только результаты их обработки с передачей этих изменений далее).

ФАТ-системы могут обрабатывать как формализованные, так и не формализованные знания. В отличие от последних тенденций в области искусственного интеллекта (упора на сети технических нейронов) ФАТ-система не уходит от ответственности за принятые решения: ответственность остается за человеком.

Здесь следует отметить, что наряду со знаниями, которые человек осознал, существует большой пласт неявных, скрытых знаний. За их использование в рассматриваемой ситуации отвечает не научный, а инженерный подход. Кроме того, должен существовать баланс между изолированным или локальным знанием и глобальным знанием. Этим обеспечивается безопасность и надежность систем, уменьшается риск конфлик-

тов, ненужных противодействий, все функции и информация более адекватно используются по назначению.

Подобно человеку, обладающему эмоциональной системой, стимулирующей и тормозящей некоторые виды деятельности и вызывающей переключения с одних видов деятельности на другие, ФАТ-системы должны обладать похожим механизмом управления с помощью «эмоционального интеллекта». Подобно человеку такие системы должны обладать гармоничностью отрицательных (тормозящих и изменяющих работу) и положительных (стимулирующих) эмоций в познании и понимании мира.

Подобно человеку ФАТ-системы также подвержены своим иллюзиям в процессе конструктивной деятельности и восприятия. Это означает, что без критического, логического, системного и компьютерного мышления доступность информации для ФАТ-систем может порождать у системы иллюзии «понятой истины», что снижает результативность и безопасность работы. Примером такой иллюзии может служить ложное распознавание образов (например, при фальсификации поступающих данных по технологии конкурирующих изображений).

ФАТ-системы призваны обеспечить гармонию взаимодействия человека с природой, животными и растениями с себе подобными, чтобы не приводить человечество к катаклизмам, кризисам и разрушению среды обитания. Следует помнить, что человек лишь возмнил себя творцом всего, а сам так и недоформировался.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе сделан шаг в раскрытии направления исследований и построения ФАТ-систем.

Выявлены особенности ФАТ-систем по отношению к другим системам, в частности, по отношению к системам искусственного интеллекта.

Предложены основные этапы построения ФАТ-систем.

На вопрос: «Можно ли считать современного человека вершиной развития жизни?» –

мы должны дать ответ, скорее всего, нет, поскольку человек не может пока гармонично вписаться в жизненную среду планеты. Это говорит о том, что наступил переломный период, когда должны быть сформулированы новые направления развития человека, общества и природы как единого целого. Одно из таких направлений – ФАТ-системы – рассмотрено в настоящей работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Паломничество** Германа Гессе в страну Востока // Восток — Запад. Исследования. Переводы. Публикации. Выпуск первый. М.: ГРВЛ, 1982. С. 174-195. [*Pilgrimage of Hermann Hesse to the country of the East*, (In Russian), in *East West. Research. Translations. Publications. First release*. М.: GRVL, 1982.]
2. **Бельтюков А. П., Маслов С. Г.** Спецификации физико-антропотехнических систем для решения конструктивных задач // Интеллектуальные системы в производстве. 2018. Т. 16, № 4. С. 75–81. [A. P. Beltiukiv, S. G. Maslov, "Specifications of Physical-Human-Technical Systems for Solving Constructive Problems", (in Russian), in *Intellectualny'e sistemy v proizvodstve*, vol. 16, no. 4, pp. 75-81, 2018.]
3. **Маслов С. Г., Бельтюков А. П.** Роль вербальных и невербальных форм представления знаний в построении эргатических сетей и физико-антропо-технических систем // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2019. Т. 15, № 2 (43). С. 1–7. [S. G. Maslov, A. P. Beltiukiv, "Role of verbal and nonverbal forms of knowledge representation in the construction of ergatic networks and physical-anthropo-technical systems", (in Russian), in *Ustojchivoe innovacionnoe razvitie: proektirovanie i upravlenie*, vol. 15, no. 2 (43), pp. 1-7, 2019.]
4. **Маслов С. Г., Бельтюков А. П.** Системный анализ в формировании физико-антропо-технических систем // Информационные системы и технологии ИТиС-2019: VII Международная научная конференция (Ханты-Мансийск, Россия, 2–16 марта 2019): тр. конф., Ханты-Мансийск, 2019. С. 16–19. [S. G. Maslov, A. P. Beltiukiv, "System analysis in the formation of physical-anthropo-technical systems", (in Russian), in *Proc. VII-th annual international workshop, Information technologies and systems*. Khanty-Mansiysk, 2019, pp. 16-19.]
5. **Маслов С. Г., Бельтюков А. П.** Организация концептуального пространства для построения взаимодействия физико-антропо-технических систем // XII Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2019), (Дивногорское, Геленджик, 23–28 сентября 2019 г.): мат. конф., Ростов-на-Дону. Таганрог: Издательство Южного федерального университета. 2019. Т. 1. С. 158–160. [S. G. Maslov, A. P. Beltiukiv, "Organization of conceptual space for constructing the interaction of physical-anthropo-technical systems", (in Russian), in *Proc. XII Multiconference on control problems*. Rostov-on-Don; Taganrog: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta, 2019, pp. 158-160.]
6. **Фреско Ж.** Будущее и за его пределами [Электронный ресурс]. URL: http://www.tvpactivism.ru/files/Buduschee_i_za_ego_predelami_Jacque_Fresco.pdf (дата обра-

щения 20.03.2021). [Jacques Fresco, (2021, Mar. 20). *The Future and Beyond* [Online], (in Russian). Available: http://www.tvpactivism.ru/files/Buuschee_i_za_ego_predelami_Jacque_Fresco.pdf]

7. **The Venus Project.** Beyond Politics Poverty and War [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thevenusproject.com/> (дата обращения 20.03.2021). [(2021, Mar. 20), *The Venus Project. Beyond Politics Poverty and War* [Online], (in Russian). Available: <https://www.thevenusproject.com/>]

8. **Easterbrook S.** From Computational Thinking to Systems Thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing. Dept of Computer Science University of Toronto 140 St George Street, Toronto, Ontario, Canada. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cs.toronto.edu/~sme/papers/2014/Easterbrook-ICT4S-2014.pdf> (дата обращения 20.03.2021). [S. Easterbrook (2021, mar. 20) "From Computational Thinking to Systems Thinking: A conceptual toolkit for sustainability computing", (in Russian). *Dept of Computer Science University of Toronto 140 St George Street, Toronto, Ontario, Canada* [Online]. Available: <https://www.cs.toronto.edu/~sme/papers/2014/Easterbrook-ICT4S-2014.pdf>]

9. **Вольфенгаген В. Э., Исмаилова Л. Ю., Косиков С. В.** Структура компьютеринга и конструирование вычисления [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-kompyutinga-i-konstruirovaniye-vychisleniya> (дата обращения: 20.03.2021). [V. E. Wolfengagen, L. Yu. Ismailova, S. V. Kosikov, (2021, Mar. 20). *Computing Structure and Calculation Design* [Online], (in Russian). Available: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-kompyutinga-i-konstruirovaniye-vychisleniya>]

10. **Вольфенгаген В. Э.** Компьютинг: круг вопросов и характеристики. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jurinform.ru/elibcs/articles/vew09s02/vew09s02.pdf> (дата обращения 20.03.2021). [V. E. Wolfengagen, (2021, Mar. 20). *Computing: range of questions and characteristics* [Online], (in Russian). Available: <http://www.jurinform.ru/elibcs/articles/vew09s02/vew09s02.pdf>]

11. **Хеннер Е. К.** Вычислительное мышление // Образование и наука. 2016. № 2 (131). С. 18–33. [E. Khenner, "Computational thinking", *Obrazovanie i nauka*, (in Russian), no. 2 (131), pp. 18-33, 2016. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-2-18-33.]

12. **Чернышев Б. В.** Сенсорные системы [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/doc260654063_454999293?hash=ccede9245c673d0320 (дата обращения: 20.03.2021). [B. V. Chernyshev, (2021, Mar. 20). *Sensor systems* [Online]. (in Russian). Available: https://vk.com/doc260654063_454999293?hash=ccede9245c673d0320]

ОБ АВТОРАХ

МАСЛОВ Сергей Геннадьевич, доцент кафедры теоретических основ информатики. Диплом инженер-экономист (Иж. мех. ин-т, 1976). Кандидат технических наук (ИжГТУ, 1995). Иссл. в обл. моделирования целенаправленного движения системы «человек-машина».

БЕЛТЮКОВ Анатолий Петрович, заведующий кафедрой теоретических основ информатики. Диплом математик (ЛГУ, 1975). Доктор физико-математических наук по специальности: «Теоретические основы информатики» (СПбГУ,

1995.).

METADATA

Title: Problems of development of physical-anthropno-technical systems.

Authors: S. G. Maslov¹, A. P. Beltiukov²

Affiliation:

^{1,2} Udmurt State University (UdsU), Russia.

Email: ¹maslov@udsu.ru, ²belt@udsu.ru.

Language: Russian.

Source: SIIT (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 3, no. 2 (6), pp. 44-49, 2021. ISSN 2686-7044 (Online), ISSN 2658-5014 (Print).

Abstract: The work discusses the problems of constructing physical-anthropoc-technical systems (PhAT-systems, consisting of a human, technical means and natural objects), the natural continuation of human-machine and ergatic systems. The article analyzes the creative potential of a person, realized in the PhAT-system, which significantly changes the modern way of human life. Proposed solutions to the problems of building PhAT-systems that solve constructive problems. The solutions clarify the roles of the elements of PhAT systems in solving such problems. The solution uses the methods of logical synthesis, system analysis.

Key words: physical-anthropoc-technical system; ergatic system; human-machine system; complex problems, constructive tasks; logical synthesis; system analysis; sensory space; technological breaks; artificial and natural systems.

About authors:

MASLOV, Sergey Gennadievich, Associate Prof., Dept. of Theoretical Foundations of Computer Science, Dipl. Engi-neer-economist (Izhevsk Mech. Ins., 1976). Cand. of Tech. Sci. (Iz-STU, 1995).

BELTIUKOV, Anatoly Petrovich, Head of the Department of the Theoretical Foundations of Informatics. Diploma: mathematician (LSU, 1975). Doctor of Physical and Mathematical Sciences in the specialty: "Theoretical Foundations of Computer Science" (St. Petersburg State University, 1993).