

Эргономика сложных систем: типы научной рациональности и энактивизм

В статье рассматриваются проблемы управления сложными эргатическими системами, содержащими симбиотические и средоориентированные формы управления и ориентации взаимодействующими агентами. Показано различие в методах управления сложными эргатическими системами, созданными в рамках классической и неклассической эргономики. Представлен концептуальный базис неклассической и постнеклассической эргономики. Рассматриваются перспективы использования в концептуальном базисе управления эргатическими системами концепции энактивизма, позволяющей реализовать проект непрерывно обновляющейся эргатической среды, в котором делается акцент на процессы непрерывного обновления, оперативного контроля и коррекции параметров технической и человеческой части системы, учитывающие циклические процессы самоорганизации в акторной среде действующего субъекта при достижении целей деятельности. Представлены формы и свойства интеллектуальных образований, воплощенных в организованные среды. Дан ряд общих определений интеллекта и интеллектуальных симбионтов, воплощенных в действующие эргатические системы, возникающих в процессе объединения искусственных и естественных самоорганизующихся систем среды деятельности.

Показаны перспективы использования концептуальных представлений энактивизма и конструктивизма в управлении сложными эргатическими системами.

Ключевые слова: интеллектуальные симбионты, сложные системы; классическая, неклассическая, постнеклассическая эргономика; управление, эргономика иммерсивных сред, энактивизм.

S.F. Sergeev

Ergonomics of complex systems: types of scientific rationality and enactivism

The article deals with the problems of control of complex ergatic systems containing symbiotic and environment-oriented forms of control and orientation of interacting agents. The difference in control methods of complex ergatic systems created in the framework of classical and non-classical ergonomics is shown. The conceptual basis of non-classical and post-non-classical ergonomics is presented. The perspectives for the use in the conceptual basis of ergatic control systems the concept of enactivism, which allows to implement the project continuously updated ergonomics of the environment in which the emphasis is on the process of continuous renewal, operational control and correction of parameters of the technical and human parts of the system, taking into account the cyclical processes of Self-organization in actor medium of the actor in achieving objectives. The forms and properties of intellectual formations embodied in organized environments are presented. A number of General definitions of intellect and intellectual symbionts embodied in active ergatic systems arising in the process of combining artificial and natural self-organizing systems of the environment of activity are given.

The prospects of using conceptual representations of enactivism and constructivism in the management of complex ergatic systems are shown.

Keywords: intelligent symbionts, complex systems; classical, non-classical, post-non-classical ergonomics; control, ergonomics of immersive environments, enactivism.

Введение

Развитие техногенной цивилизации и связанное с этим внедрение компьютерных и сетевых систем управления во все сферы человеческой жизни ведет к появлению проблемы сложного мира, в корне меняющей методологию управления сложными системами, реализующими функции интеллектуального управления в виде симбиотического взаимодействия с операторами/пользователями. Проблемы взаимодействующих интеллектуальных сис-

тем, решающих целевые задачи управления элементами техносреды решаются на границе инженерных и психологических дисциплин в рамках инженерной психологии и эргономики (дисциплины по учету человеческого фактора).

Классическая эргономика: теория деятельности

Объектами изучения классической инженерной психологии и эргономики являются системы «человек-машина» («человек-

машина-среда») рассматриваемые в парадигме информационного взаимодействия человека с управляемой им машиной в среде и условиях профессиональной деятельности [8]. Предмет изучения данных дисциплин включает все формы взаимодействий человека с миром, опосредованные техникой и технологией с целью создания и эксплуатации, эффективных эргатических систем и сред.

Основной задачей классических дисциплин по учету проблем человеческого фактора является обеспечение максимальной эффективности управления в системе за счет распределения функций между человеком и кибернетической частью системы и обеспечения информационной основы принятия решений [9]. Реализация данной задачи рассматривается в рамках оппозиции «человек-среда», где ведущую роль играют адаптивные свойства человека, которые используются при реализации функций управления в технической системе. При этом психические свойства человека, особенности сознания рассматриваются лишь через призму его поведения и опыта и интерпретируются как интерфейсные информационно-физические взаимодействия между элементами эргатической системы и средой [15]. Такой подход ограничивает рассмотрение эргатической среды свойствами человеческого сознания с отражаемым в нем в субъективной форме объективным миром. *Классическая эргономика* – это эргономика здравого смысла, субъективной реальности, произвольных и упрощенных когнитивных интерпретаций содержания обыденного сознания. Естественно, что эффективность данной дисциплины в ее классическом варианте уменьшается в связи с появлением сложных коммуникационных систем и режимов управления, принципиально нередуцируемых сознанием. Возникает барьер субъективной сложности, не позволяющий оператору вести адекватную деятельность по принятию и реализации обоснованных и адекватных решений. Основные методы управления в рамках классической эргономики связаны с решением проблемы отношений «субъект-объект управления» и связаны с классической теорией деятельности (Выготский Л.С., Леонтьев А.Н., Рубинштейн С.Л.). Под деятельностью при этом понимается специфический вид человеческой активности, направленный на познание и творческое преобразование окружающего мира и самого себя. Постулируется наличие в сознании человека нейропсихологической модели внешнего мира в соответствии, с которой строятся управ-

ляющие структурные компоненты деятельности – навыки, умения, знания. Теория деятельности имеет ряд ограничений, связанных с игнорированием в ее постулатах самоорганизующегося характера работы организма и психики человека, ведущего к проблеме редукации деятельности, ограничивающей работу человека-оператора в сложных контекстах управления [17]. Управление в классической парадигме управления формируется на основе реализации программ (алгоритмов) корректирующих отклонения системы от заданного состояния с помощью обратных связей [3].

Неклассическая эргономика: теория иммерсивных сред

Появление неклассической эргономики стало естественной реакцией научного сообщества на появление новых объектов инженерной психологии и эргономики, включающих сложные наделенные искусственным интеллектом техногенные среды и глобальные коммуникационные информационные сети. Их функционирование нельзя описать классическим языком причинно-следственных отношений и информационных взаимодействий в рамках выделяемых иерархических систем. Меняется парадигма управления на новую неклассическую форму научной рациональности [5]. Она включает взаимодействия индивида с людьми, учитывая их самоорганизующийся характер. Рассматриваются отношения «субъект-субъект», а в эргономике – коммуникационные, социальные и симбиотические взаимодействия человека оператора с другими операторами и наделенными искусственным интеллектом системами [12].

Неклассическая эргономика иммерсивных сред, основана на идеях радикального и социального конструктивизма, синергетики, кибернетики второго порядка, аутопоэтической самоорганизации и теории сложности (Е.Н. Князева, М. Eigen, K.J. Gergen, E. von Glasersfeld, H. Haken, H. von Foerster, N. Luhmann, H. Maturana, I. Prigogine, F. Varela, C.H. Waddington, P. Watzlawick) [10].

Используются следующие взгляды на понятие «среда»:

- среда эргатической системы является продуктом конструирующей деятельности психики человека-оператора и не может быть рассмотрена вне его психического содержания;
- среда отражает феномен динамической целостности циклически формирующихся це-

пей отношений человека с физической и социальной реальностями в процессе обеспечения его жизнедеятельности, выступает перед субъектом одновременно в виде субъективной реальности и как внешняя предметная, объективная структура мира, в котором действует субъект.

В данный процесс избирательно, в логике рефлексирующего сознания, вовлекаются разнообразные элементы внешнего и/или внутреннего окружения с целью обеспечения: аутопоэзиса организма, стабильности личности и непрерывности её истории.

Понятие «знание» в неклассической эргономике также имеет смысл отличный от понятий «знание», принятых в традиционных инструменталистских теориях:

- знание, в отличие от информации, не может быть извлечено из человека, в котором оно существует в имплицитном виде;
- его нельзя передать непосредственно от человека к человеку;
- знание зарождается и развивается вместе с человеком, совершенствуется в процессе жизни, приобретает свойства, учитывающие опыт субъекта;
- знание не обладает материальной формой, к нему не применимы операции, аналогичные операциям с физическими, материальными объектами;
- знание связано с работой механизма понимания;
- знание носит черты социального конструкта, отражающего интерпретации, порождаемые и разделяемые членами общества;
- язык выступает в качестве средства конструирования знаний [10, 11].

Постнеклассическая эргономика: самоорганизация и саморазвитие

Постнеклассическая рациональность составляет базис постнеклассической науки, включая в ее рассмотрение сложные самоорганизующиеся эволюционирующие системы [19]. В постнеклассической науке различные научные теории (понимаемые как модели и субъектные реальности) составляют концептуально взаимосвязанную сеть самоорганизующихся систем. Этим обеспечивается и синергетический эффект применения методологических принципов субъектности для задач субъектно-ориентированного конструирования саморазвивающихся полисубъектных сред, которые создают различные динамические контексты, управляющие поведением

субъектов управления. В качестве примера постнеклассической методологии можно рассмотреть технологии «управляемого хаоса» ориентированные на управление через среду с целью разрушения человеческих коммуникаций, деформацию субъектной среды [6].

В контексте постнеклассической научной рациональности рассматриваются новые дисциплины и в частности неокибернетика или кибернетика II порядка, которая связана с процессами управляемой самоорганизации и ориентирована на разработку методологии постановки и решения проблем анализа и синтеза интеллектуальных процессов и систем управления сложными объектами произвольной природы, обладающими свойствами избирательности и операциональной замкнутости [18]. Это класс систем с переменной структурой и фиксированной организацией, относящихся к саморазвивающимся историческим системам. Введение в эргономику представлений о циклической самоорганизации данных систем позволяет расширить методологические возможности данной дисциплины по отношению к объектам организованной сложности, к которым относятся эргатические системы, социальная коммуникация, групповая и коллективная операторская деятельность и т. д.

Энактивизм в дисциплинах человеческого фактора

Основные теоретические представления энактивизма были сформулированы Ф. Вареллой, Э. Рош и Э. Томпсоном в книге «Воплощенный разум» (“The Embodied Mind”, 1991) [20].

Энактивизм представляет собой холистическую форму взглядов на человеческое познание, деятельность когнитивного агента и является развитием идей радикального и эпистемологического конструктивизма, эволюционной эпистемологии. Субъект и объект, тело и разум, организм и среда, жизнь и познание, реальное и виртуальное – находятся во взаимной циклической детерминации, обуславливают друг друга, составляют единый процесс, в который втянуты всякий раз обе эти стороны [2]. Субъект познания, или когнитивный агент, рассматривается как активный и интерактивный. Он активно встраивается в среду, его когнитивная активность совершается посредством его активного «встраивания» в среду или энактивирования. Познание, восприятие, мышление и воображение сопряжены с

действием. В этой концепции строится целостная картина когнитивных процессов, в которой мозг как часть тела, тело как инструмент познания, ищущий и познающий разум и познаваемая им окружающая среда, рассматриваются во взаимно обуславливающей связи аутопоэтических взаимно ориентирующихся по отношению друг к другу систем. Значительную роль в процессах самоорганизации психики человека играет механизм сознания, обеспечивающий процессы рефлексии в циклах самоорганизации сложных систем [7]. Таким образом, мы можем рассматривать сознание человека, человеческий разум как организующую силу, обусловленную особенностями его функционирования как саморазвивающейся исторической системы. Такие представления стирают грань между субъектом и объектом, внутренним и внешним.

Энактивизм позволяет внести в процедуру проектирования эргатических комплексов понятие «непрерывно обновляющейся эргатической среды», которое делает акцент на процессы непрерывного обновления, оперативно-

го контроля и коррекции параметров технической части системы, учитывающие циклические процессы, происходящие в акторной среде действующего субъекта при достижении целей деятельности. Вводится этап обеспечения инактивации и поддержания когнитивного субъекта в процессе его встраивания в конструируемую им среду. Подчеркивается роль искусственного интеллекта в процессах оптимизации среды деятельности оператора.

Энактивизм позволяет рассматривать психические функции как воплощенные в тело человека и одновременно существующие в нем независимые сущности. Например, интеллект теряет свою специфику чисто человеческого свойства и может быть представлен в виде воплощенного в сложную систему эмерджентного свойства. Можно говорить о распределении интеллекта в сложной среде, его искусственном и диффузном характере [14]. В таблице представлены интеллектные образования как свойства присущие организованным средам [13].

Таблица 1. Формы интеллектных образований, воплощенных в организованные среды

Интеллектное образование	Отношения между компонентами	Центр активности, механизм	Отношения со средой деятельности, границы
Естественный интеллект	самоорганизация, аутопоэтическая система	сознание, эго-система человека	непрерывное активное преобразование мира, границы динамично изменяются
Искусственный интеллект	фиксированная или переменная программно-аппаратная структура	программа, алгоритм в структурированной или структурируемой среде	реализуется алгоритм, ситуативное управление, границы фиксированные
Гибридный интеллект	симбиоз, адаптация организованного и аутопоэтического компонентов к среде, объединения на макроуровне при приоритете сознания	человек в структурированной среде	взаимная адаптация естественного и искусственного интеллектов, границы переменные
Диффузный интеллект	селективные связи на всех уровнях аутопоэтически-организованной и организуемой среды и человека	возникает в организованной среде	синергетическое объединение, границы формируются под задачу

В энактивизме используется метафора воплощения и непрерывного динамического встраивания системы в среду. Познание является формой активного строительства, постоянного поиска основанного на сенсорно-двигательных контактах человека с миром [1]. Все это отличает данную концепцию от популярной когнитивистской модели рассматриваемой компьютерные метафоры о работе человеческого мозга и деятельности сознания на основе правил и логического вывода.

В терминах энактивизма, знание системы отражает ее текущий репертуар возможных действий. При этом действие, охватывает не только физическую, но и как ее подмножество умственную деятельность.

Можно дать ряд общих определений интеллекта и интеллектуальных симбионтов, воплощенных и действующих в эргатической системе, возникающих в процессе объединения искусственного и естественного интеллектов и среды деятельности:

- интеллект есть форма активной самоорганизации сложной системы, вовлекающая погруженного в среду пользователя в создающие изменения;
- интеллект связан со средой как механизм ее организации, обеспечивающий процессы самоорганизации системы им наделенной;
- интеллект распределен в континууме «система-среда» и воплощен в циклах самоорганизации системы, действующей в среде;
- естественный интеллект представляет

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, Д.В. Энактивизм и проблема сознания // Эпистемология и философия науки. – 2016. – Т. 49. – № 3. – С. 88–104.
2. Князева, Е.Н. Энактивизм: Концептуальный поворот в эпистемологии // Вопросы философии. – 2013. – № 10. – С. 91–104.
3. Лепский, В.Е. Аналитика сборки субъектов развития. – М.: «Когито-Центр», 2016. – 130 с.
4. Лепский, В.Е. Субъектно-рефлексивный анализ парадигм управления // Рефлексивный подход: от методологии к практике. – М. «Когито-Центр», 2009. – 447 с.
5. Лепский, В.Е. Методологический и философский анализ развития проблематики управления. – М.: «Когито-Центр», 2019. – 340 с.
6. Лепский, В.Е. Технологии управления в информационных войнах (от классики к постнеклассике). – М.: «Когито-Центр», 2016. – 160 с.
7. Лефевр, В.А. О самоорганизующихся и саморефлексивных системах и их исследовании // Проблемы -

собой *организующую сложность в организующей среде*, искусственный интеллект – *организованную сложность в организованной среде*;

- гибридный и диффузный интеллекты представляет собой симбионты, включающие организующую и организованную сложность систем в их синергетическом и симбиотическом взаимодействиях как инструмент достижения цели актором в организованной и организующей среде;
- интеллект отражает результаты селекции и применения самоорганизующейся системой эффективных способов достижения цели в организованной среде.

Заключение

При создании сложных эргатических систем необходимо учитывать эмерджентные свойства, возникающие и существующие вследствие процессов самоорганизации сложной среды. Это эффекты системной селективности, интеллектуализации, возникновения кооперативных и гибридных форм объединения когнитивных механизмов человека, в том числе и распределенного в сложной среде интеллекта и его симбиотических форм. Включение в сложные техногенные среды человека также связано с эффектами социальной техномодификации его личности и когнитивных систем, что ведет к возникновению технопсихических симбионтов, в которые энаktivированы ресурсы достаточные для достижения целей системы [16].

REFERENCES

1. Ivanov D.V. Enactivism and the problem of consciousness // *Epistemology and philosophy of science*. – 2016. – Т. 49. – No.3. – P. 88-104.
2. Knyazeva, E.N. Enactivism: Conceptual turn in epistemology // *Philosophy Questions*. – 2013. – No.10. – P. 91-104.
3. Lepsky, V.E. Analytica assemblage of development subjects. – Moscow: "Kogito-Center", 2016. – 130 p.
4. Lepsky, V.E. Subject-reflexive analysis of management paradigms. Reflexive approach: from methodology to practice. – Moscow: "Kogito-Center", 2009. – 447 p.
5. Lepsky, V.E. Methodological and philosophical analysis of the development of management problematics. – Moscow: "Kogito-Center", 2019. – 340 p.
6. Lepsky, V.E. Control Technologies in information wars (from classics to post-non-classics). – Moscow: "Kogito-Center", 2016. – 160 p.
7. Lefevre, V.A. On self-organizing and self-reflective systems and their study. Problems of systems and structures re-

исследования систем структур. – М., 1965. – С. 61–68.

8. Ломов, Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии. – М.: Изд-во «Советское радио», 1966. – 464 с.

9. Сергеев, С.Ф. Инженерная психология и эргономика. – М.: НИИ Школьных технологий, 2008. – 176 с.

10. Сергеев, С.Ф. Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. – М.: Народное образование, 2009. – 432 с.

11. Сергеев, С.Ф. Эргономика иммерсивных сред: методология, теория, практика: Автореф. дисс. ... д-ра психол. наук, 2010.

12. Сергеев, С.Ф. Интеллектуальные симбионты организованных техногенных средств управления подвижными объектами // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. – № 9. – С. 30–36.

13. Сергеев, С.Ф. Интеллектуальные симбионты в эргатических системах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 2 (84). – С. 149–154.

14. Сергеев, С.Ф. Искусственный и естественный интеллект в техногенных образовательных средах // Открытое образование. – 2013. – № 2 (97). – С. 52–60.

15. Сергеев, С.Ф. Психологические аспекты проблемы интерфейса в техногенном мире // Психологический журнал. – 2014. – Том. 35. – № 5. – С. 88–98.

16. Сергеев, С.Ф. Психологические проблемы техногенной модификации человека // Мир психологии. – 2018. – № 4 (96). – С. 77–86.

17. Сергеев, С.Ф. Идеологические пролегомены теории деятельности // Философские науки. – 2019. – Том 62. – № 5. – С. 44–61.

18. Соколов, Б.В., Юсупов Р.М. Неокибернетика: возможности и перспективы развития. – СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 2008. – 15 с.

19. Степин, В.С. Классика, неклассика, постнеклассика: критерии различия // Постнеклассика: философия, наука, культура. – СПб.: Издательский дом «Мирь», 2009. – С. 249–295.

20. The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience, by Francisco Varela, Evan Thompson, and Eleanor Rosch, Cambridge, MA: MIT Press, 1991. – 328 p.

Ссылка для цитирования:

Сергеев С.Ф. Эргономика сложных систем: типы научной рациональности и энактивизм / С.Ф. Сергеев / Эргодизайн. – №4. – С. 156–161.

DOI:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-156-161.

Сведения об авторах:

Сергеев Сергей Федорович

доктор психологических наук,
профессор Санкт-Петербургского государственного университета, заведующий НИЛ «Эргономика сложных систем» СПбПУ Петра Великого,
Тел. +7 (911)-995-0929,
E-mail.: ssfpost@mail.ru
ORCID0000-0002-6677-8320

search. – М., 1965. – P. 61-68.

8. Lomov, B.F. Man and technology. Essays in engineering psychology. – Moscow: “Soviet Radio”, 1966. – 464 p.

9. Sergeev, S.F. Engineering psychology and ergonomics. – Moscow: “School technologies”, 2008. – 176 p.

10. Sergeev, S.F. Educational and professional immersive environments. – Moscow: “Public education”, 2009. – 432 p.

11. Sergeev, S.F. Ergonomics of immersive environments: methodology, theory, practice: abstract. - Diss., Sciences, 2010.

12. Sergeev, S.F. Intelligent symbionts organized by man-made means of control of mobile objects // *Mechatronics, automation, control*. – 2013. – No.9. – P. 30-36.

13. Sergeev, S.F. Intelligent symbionts in ergatic systems / *Scientific and technical Bulletin of information technologies, mechanics and optics*. – 2013. – No. 2(84). – P. 149-154.

14. Sergeev, S.F. Natural and Artificial intelligence in industrial environments, education // *Open education*. – 2013. – No. 2(97). – P. 52-60.

15. Sergeev, S.F. Psychological aspects of the interface problem in the technogenic world // *Psychological journal*. – 2014. – Tom. 35. – No.5. – P. 88-98.

16. Sergeev, S.F. Psychological problems of anthropogenic modification of the person // *World of psychology*. – 2018. – T. 96. – No. 4. – P. 77-86.

17. Sergeev, S.F. Ideological Prolegomena of a theory of activity // questions of philosophy. – 2019. – Tom 62. – No.5. – P. 44-61.

18. Sokolov, B.V., Yusupov, R.M. Neocybernetics: opportunities and prospects. – SPb.: Central research Institute "Electropribor", 2008. – 15 p.

19. Stepin, V.S. Classics, non-classics, post-non-classics: criteria of distinction // Post-non-Classics: philosophy, science, culture. – SPb.: “Mir”, 2009. – P. 249-295.

20. The Embedded Mind: Cognitive Science and Human Experience, by Francisco Varela, Evan Thompson, and Eleanor Rosch, Cambridge, MA: MIT Press, 1991. – 328 p.

Abstracts:

S. F. Sergeev

doctor of Psychology, Professor, St. Petersburg State University, head of the laboratory "Ergonomics of complex systems" of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU)
Тел. +7 (911)-995-0929,
E-mail.: ssfpost@mail.ru
ORCID0000-0002-6677-8320

Статья поступила в редколлегию 17.10.2019г.

Рецензент:

д.пс.н., профессор Брянского государственного технического университета Спасенников В.В.

Статья принята к публикации 25.10.2019 г.