

Научная статья
УДК 334
DOI 10.18101/2304-4446-2022-2-54-60

СИНТЕЗ ИЕРАРХИЧЕСКИ-ГЕТЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНДУСТРИИ 4.0 ИНСТРУМЕНТАМИ ИНТРАСИСТЕМНЫХ ПЕРЕХОДОВ

© **Жаринов Игорь Олегович**

доктор технических наук, профессор,
Опытно-конструкторское бюро «Электроавтоматика» имени П. А. Ефимова
Россия, 198095, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, 40
mpbva@mail.ru

Аннотация. Рассматривается задача синтеза иерархически-гетерархических структур систем экономического управления производящим бизнесом, осуществляющим высокотехнологичную деятельность в промышленном секторе экономики Индустрии 4.0. Исследуется технология синтеза, основанная на интрасистемных переходах во внутренних состояниях систем управления, актуальных для экономических систем производства различных порядков. Структура системы экономического управления позиционируется как замкнутая, обладающая двумя субконтурами — виртуальным и физическим. Виртуальный субконтур представлен вычислительными ресурсами искусственного интеллекта и имеет гетерархическую схемную реализацию. Физический субконтур образован иерархически организованными менеджерами, пребывающими в социальных отношениях. Совместная работа естественного и искусственного интеллектов составляет киберфизический механизм экономического управления, приводящий (и впоследствии поддерживающий средствами регулирования) бизнес к равновесному состоянию. Приводится схема системы экономического управления бизнесом, задействующей ресурсы человека и человекоподобного искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, экономическое управление, структура системы, гетерархия, иерархия.

Для цитирования

Жаринов И. О. Синтез иерархически-гетерархических систем экономического управления Индустрии 4.0 инструментами интрасистемных переходов // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2022. № 2. С. 54–60.

1. Введение

Синтез систем экономического управления высокотехнологичным бизнесом Индустрии 4.0 базируется на кибернетических положениях теории метасистемных переходов В. Ф. Турчина [10] и ее интрасистемного (обратимого) развития Ф. И. Розанова [2], согласно которым эволюция (трансформация) иерархически-гетерархических экономических систем с рекурсией и холархией, имеющих по Ph. Mirowski [8] киберфизическое начало, осуществляется циклическим путем, предусматривающим информационное и функциональное накопление изменений сложности и элементного состава внутренних бизнес-структур в промежуточных состояниях систем экономического управления на каждом шаге их восходящего или нисходящего проектирования.

Цепочка основанных на едином механизме последовательных внутрисистемных итераций бизнес-структур (интрасистемные переходы) приводит к возникновению согласованной группы функционально специализированных, вложенных и подобных друг другу систем экономического управления различных порядков, где каждая вышестоящая система управления формируется из полученных ранее целостных экземпляров нижестоящих систем управления (рекурсия) со взаимозависимыми и обуславливающими друг друга состояниями промаштабированных экономических объектов управления (бизнес-процесс, бизнес-проект, компания, бизнес-система компаний, корпоративный комплекс бизнес-систем в промышленности) и их управляемых переменных.

Взаимная сопряженность (по структуре, составу, состоянию и институциональной среде) функционально законченных систем экономического управления отражает форму межэлементных связей, в которых управляющие субъекты и управляемые объекты являются включенными в контуры экономического управления иерархически более низкого уровня и одновременно вынесенными за их пределы на иерархически более высокий уровень (один и тот же элемент выступает низкоуровневым объектом и компонентом высокоуровневого субъекта управления), что порождает условия для объективации интеллектуальных систем управления различных порядков в задачах их самообучения, в частности по Н. Накен [6], и задачах экономического управления.

Интрасистемные переходы в теории систем в целом и экономическом управлении в частности создают универсальную основу, допускающую редукцию сложности систем (актуально в случае реорганизации бизнеса, например, до уровня дочерних компаний с сохранением принципов и форм управления), для построения совместно функционирующих корпоративно управляющих бизнес-структур, объединение и синхронизация процессов экономического управления в которых выводят каждый хозяйствующий объект управления как элемент экономической системы в более выгодное (равновесное) состояние.

2. Механизм синтеза системы экономического управления

Необходимость изменения систем экономического управления бизнесом на качественно новом уровне удовлетворяется путем синтеза иерархически-гетерархических структур, одновременно сосуществующих и функционирующих на множестве пересекающихся информационных потоков, параллельно формируемых в распределенных физических и виртуальных контурах, находящихся друг с другом в комплексной взаимосвязи управленческих знаний искусственного интеллекта и хозяйственных практик менеджеров.

Иерархически-гетерархические системы управления, сохраняющие свои уникальные (частные) свойства структуризации в подсистемах, являются особой моделью субъектно-объектного взаимодействия (моделью SCARF — Status, Certainty, Autonomy, Relatedness, Fairness от D. Rock [9]), расширяющей теоретико-методологические возможности экономической науки, связанные с регулированием коммерческой деятельности высокотехнологичного бизнеса, адекватным вызовам Индустрии 4.0 и обеспечивающим ресурсами искусственного интеллекта, сходимостью процесса экономического управления хозяйствующей структурой к равновесной точке (в окрестности равновесной точки).

Интрасистемные переходы, предусматривающие поступательное прохождение системами экономического управления состояний от элементарных (в холо-

нах 1-го порядка) до максимально возможных, адекватных состоянию корпорации (холон верхнего уровня, соответствующий национальной макроэкономике), практически реализуются за счет сквозного упорядочивания и вовлечения в управление экономических стимулов (ресурсов):

- рассматриваемых на уровне субъектно-объектных отношений внутри управляющих систем, в отношениях управляющих систем и управляемых ими объектов с институциональной (рыночной) средой и в приложении к уровню интеллектуального развития контуров систем экономического управления;

- направленных на внешнюю координацию активности и внутреннее самообучение элементов иерархически-гетерархических структур систем экономического управления, осуществляемые прямо (через вертикально и горизонтально интегрированные социальные контуры менеджмента) или опосредовано (через горизонтально интегрированные виртуальные контуры искусственного интеллекта);

- сказывающихся на характере экономического взаимодействия функционально дифференцированных составных элементов систем экономического управления, позиционируемого как процессуальная категория, стремящаяся к развитию во времени, проявляемому в переводе субъектно-объектных отношений на более высокий уровень внутрисистемной организации и регулирования;

- приводящих к образованию разноуровневых систем экономического управления с непосредственным и опосредованным эффектами субъектно-объектного управленческого взаимодействия, возникающими в процессах формирования и развития (стабилизации) хозяйствующих бизнес-структур различного масштаба (уровни микро-, мезо- и макроэкономики).

Таким образом, конечный вариант системы экономического управления на структурном уровне формализует представление о хозяйственной деятельности компаний и о компаниях как субъектах этой деятельности, объединенных для задач регулирования бизнес-процессов и бизнес-проектов в естественных (рыночных) условиях внешней среды. Внутрифирменная интеграция бизнеса в системе управления на этапе интрасистемных переходов позиционируется как вертикальная, что обусловлено перераспределением экономических ресурсов хозяйствующего субъекта. Межфирменная интеграция бизнеса образует горизонтальную цепочку стоимости, основанную на бизнес-процессах создания ценности и ее предоставления потребителю. Совместимость бизнеса с контрагентами и его способность к оперативной трансформации создают новый базис для формирования секторальной среды высокотехнологичной межфирменной кооперации, в которой структура цифровой экономики в отраслях промышленности находится в информационной и управляющей взаимосвязи с хозяйствующими практиками отраслевых экономических систем различных порядков.

Математическая формализация задачи синтеза системы управления распределенными промышленными объектами и ее алгоритмическое решение, основанное на методике и информационном критерии В. Л. Волковича [1], получены и опубликованы с авторским участием в работе [5]. Представленные результаты имеют практическое применение для описания субъектно-объектных отношений в системах экономического управления, элементный состав которых образован дифференцированными по трудовым функциям и иерархически организованными

ми менеджерами, задействованными в реализации бизнес-процессов и бизнес-проектов хозяйствующей структуры в классе «фабрика будущего».

3. Схема иерархически-гетерархической структуры системы управления

Комплементарный принцип экономического управления на схемном уровне иерархически-гетерархических бизнес-структур представлен на рис. 1 и отображается двумя информационно взаимодействующими подсистемами — классической иерархически структурированной подсистемой менеджмента (персонализированного совокупного работника) и гетерархически структурированной подсистемой искусственного интеллекта (виртуальной средой).

Гетерархический субъект экономического управления содержит алгоритмические средства вычислений, функции управления (планирование, прогнозирование, контроль и т. д.) и модели оценивания, составляющие единый внутрифирменный ресурс, используемый бизнесом для коррекции управляющих действий менеджмента, оказывающих влияние на экономические объекты. Гетерархический объект управления включает цифровые двойники бизнес-процессов, бизнес-проектов и компании в целом, выступающие программными эквивалентами реальных аналогов, существующих в физическом мире экономических систем.

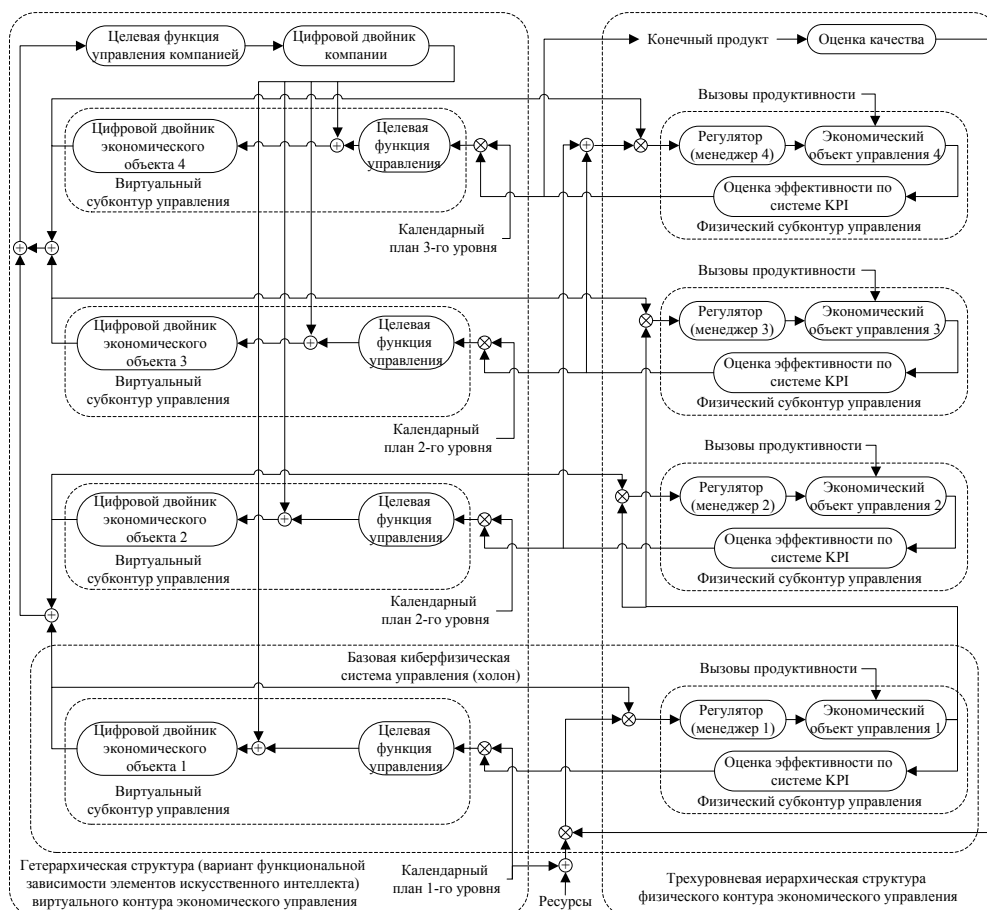


Рис. 1. Схема иерархически-гетерархической структуры системы экономического управления бизнесом

Понятие гетерархии введено W. S. McCulloch [7] и применяется при описании комплементарных иерархий структур, схемная реализация которых не имеет однозначного определения и подвержена постоянным изменениям. В приложении к искусственному интеллекту гетерархическая (преимущественно горизонтально интегрированная) структура является адекватным средством формализации бизнес-отношений, возникающих между распределенными в системе экономического управления виртуальными элементами при расчете взаимно скоординированных (коррелированных) управляющих воздействий. Для рекурсивных схем систем экономического управления гетерархия внутренних субъектов приобретает ключевое значение, связанное с представлением децентрализованных вычислительных процессов, имитирующих разноуровневое поведение вертикально (горизонтально) интегрированных и иерархически структурированных менеджеров, выполняющих управляющие функции в физической среде хозяйствующего объекта.

Целевая функция управления реализуется путем распределения субъектов экономического управления по различным уровням иерархии, где природа регулируемых объектов и управленческие бизнес-отношения с ними поддаются виртуальному моделированию и прогнозированию, — основные инструменты интеллектуального управления, в результате которых определяется курс желаемой динамики экономического развития бизнеса. Иерархическое структурирование и виртуализация компонентов инфраструктуры промышленного объекта приводят к параллельному экономическому развитию как самого бизнеса, так и его системы управления, использующей программные (искусственный интеллект) и эвристические (менеджмент) модели и методы экономического управления, не ограниченные только аспектом микроэкономики, а охватывающие и внешнеэкономическую деятельность бизнеса в институциональных условиях цифровой среды.

В терминологии A. S. Beer [4] искусственный интеллект, технически представленный компьютерными средствами гетерархии, позиционируется как «дополнительная лобная доля менеджера», которая в кооперации с естественным интеллектом организовано реализует законы управления бизнесом («кибернетически организованной компанией»), основанные на предиктивной аналитике и механизмах экономического регулирования состояний экономических объектов в отраслях промышленности. Естественный и искусственный интеллект, таким образом, являются субъектами экономического управления, рассматриваемыми в качестве распределенных элементов управляемой ими экономической системой, а не располагающих над системой, как это имеет место в существующих практиках хозяйствования с топ-менеджментом Индустрии 3.0.

4. Заключение

Компонентом системы экономического управления, выступающим регулятором разнообразия и сохраняющим или приводящим бизнес в состояние равновесия, является искусственный интеллект, исполняющий, по R. J. Aumann, роль координирующего «эксперта-советчика». Беспристрастное соуправление искусственного интеллекта необходимо для уравнивания мотивационных действий менеджеров в погоне за прибылью, которые оказываются не в состоянии оценить реальные риски непропорционального распределения и использования внутрифирменных экономических ресурсов в конкретных рыночных условиях хозяйствования. В качестве средства преодоления проблемы неопределенности,

связанной с социальной и психологической природой менеджмента, в экономическом управлении применяются альгедонические способы регулирования экономических объектов, рассматриваемые сквозь призму бихевиоризма.

Источники превосходства бизнеса и соответственно его рыночные преимущества в институциональных условиях цифровой экономики Российской Федерации определяются, таким образом, уже не за счет производящей роли внутрифирменных активов (концепция «компания — совокупность неоднородных экономических ресурсов»), а средствами, механизмами и инструментами, составляющими виртуальные платформенные ресурсы экосистем, используемых хозяйствующими структурами в отраслях промышленности. Конкурентоспособность бизнеса, очевидно, является производной от кибертехнологий, отражающей зрелость иерархически и гетерархически структурированной системы экономического управления хозяйствующими объектами в Индустрии 4.0.

Литература

1. Михалевич В. С., Волкович В. Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. 286 с. Текст: непосредственный.
2. Розанов Ф. И. Общая теория социальных систем. Москва: КНОРУС, 2016. 458 с. Текст: непосредственный.
3. Aumann R. J. Subjectivity and correlation in randomized strategies // *Journal of mathematical economics*. 1974. Vol. 1, № 1. P. 67–96.
4. Beer A. S. Brain of the firm: The managerial cybernetics of organization // Second Edition. New York: John Wiley & Sons Ltd., 1983. 347 p.
5. Gurjanov A. V., Zakoldaev D. A., Shukalov A. V., Zharinov I. O. Algorithm for designing smart factory Industry 4.0 // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. Vol. 327. Art. 022111.
6. Haken H. Synergetics: an introduction: nonequilibrium phase transitions and self-organization in physics, chemistry, and biology. Berlin; New York: Springer-Verlag, 1978. 382 p.
7. McCulloch W. S. A heterarchy of values determined by the topology of nervous nets // *Bulletin of mathematical biophysics*. 1945. № 7. P. 89–93.
8. Mirowski Ph. Machine dreams: economics becomes a cyborg science. New York: Cambridge University Press, 2002. 678 p.
9. Rock D. SCARF: a brain-based model for collaborating with and influencing others // *NeuroLeadershipjournal*. 2008. Vol. 1. P. 1–9.
10. Turchin V. F. The phenomenon of science: a cybernetic approach to human evolution // 1st Edition. New York: Columbia University Press, 1977. 348 p.

Статья поступила в редакцию 20.04.2022; одобрена после рецензирования 29.04.2022; принята к публикации 04.05.2022.

SYNTHESIS OF HIERARCHICAL AND HETERARCHICAL SYSTEMS
OF INDUSTRY 4.0 ECONOMIC MANAGEMENT
BY INSTRUMENTS OF INTRASYSTEM TRANSITIONS

Igor O. Zharinov

Dr. Sci. (Engineering), Prof.,
Efimov Experimental Design Bureau "Elektroavtomatika"
40 Marshala Govorova St., St. Petersburg 198095, Russia
mpbva@mail.ru

Abstract. The article deals with the problem of synthesizing hierarchical and heterarchical structures of economic management systems by production business that carries out high-tech activities in the industrial sector of Industry 4.0 economy. We have studied the technology of synthesis, which is based on intrasystem transitions in the internal states of control systems relevant for economic production systems of different orders. The structure of the economic management system is positioned as closed one with two subcircuits — virtual and physical. The virtual subcircuit is represented by artificial intelligence computing resources and has a heterarchical circuit implementation. The physical subcircuit is formed by hierarchically organized managers who are in social relations. The joint work of natural and artificial intelligence constitutes a cyber-physical mechanism of economic management, bringing (and subsequently supporting by means of regulation) business to an equilibrium state. We have presented the scheme of the system of economic business management, involving human resources and humanoid artificial intelligence.

Keywords: Industry 4.0, economic management, system structure, heterarchy, hierarchy.

For citation

Zharinov I. O. Synthesis of Hierarchical and Heterarchical Systems of Industry 4.0 Economic Management by Instruments of Intrasystem Transitions. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2022; 2: 54–60 (In Russ.).

The article was submitted 20.04.2022; approved after reviewing 29.04.2022; accepted for publication 04.05.2022.