

УДК 334
ББК 65.301
doi: 10.26456/2219-1453/2021.4.022–030
ГРНТИ 06.81.12

УПРАВЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕМЕНТАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНТЕЛЛЕКТА МЕНЕДЖМЕНТА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

И.О. Жаринов

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»,
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,

Рассматривается задача управления хозяйствующими объектами, осуществляющими ведение бизнеса в промышленном сегменте экономики. Цель исследования заключается в создании системы экономического управления хозяйствующим объектом, ориентированным на кибертехнологии Индустрии 4.0. Объектами управления определены бизнес-структуры в классе перспективных фабрик Индустрии 4.0 и их коллаборации, объединенные в сквозную цепочку создания ценности. Определены особенности фабрик как объектов экономического управления и предложена схема системы управления, осуществляющей регулирование внутренних бизнес-процессов и бизнес-проектов хозяйствующих объектов на основе комплементарного взаимодействия менеджмента и искусственного интеллекта. Менеджмент в системе управления позиционируется как «совокупный работник», осуществляющий воздействие на объекты экономическими ресурсами в физической среде. Искусственный интеллект как самостоятельно определенный субъект управления осуществляет воздействие на объекты управления из виртуальной среды. Комплементарное управление реализуется путем объединения управляющих воздействий, сформированных компетенциями менеджмента, и воздействий, полученных бизнес-планировщиком искусственного интеллекта при моделировании бизнес-процессов с использованием цифровых двойников изготавливаемой продукции. Научная новизна представленных результатов заключается в создании системы экономического управления, субъектами в которой выступают интеллект человека и искусственный интеллект, равноправные и взаимодополняющие, регулирующие внутрифирменные бизнес-процессы хозяйствующего объекта.

Ключевые слова: *Индустрия 4.0, цифровая, умная и виртуальная фабрики, экономическое управление, искусственный интеллект, менеджмент, комплементарное управление.*

1. Введение

Смещение акцентов от человекоцентричности на кибертехнологии и искусственный интеллект в современном экономическом управлении бизнес-структурами связано с изменением инфраструктурных и институциональных условий хозяйствования промышленных объектов, этим обуславливается

повышенное внимание исследователей к внутренним бизнес-процессам фабрик Индустрии 4.0 [1; 5]. Усиливается роль экономических ресурсов в принятии управленческих решений; ценообразование в цепочке стоимости в большей степени ставится в зависимость от показателей качества индивидуализированной продукции; само качество продукции, определяемое кибертехнологиями и оборудованием, рассматривается как наивысшее благо для потребителя в цепочке ценности, а цепочка ценности, в свою очередь, определяется свойствами и внутренними связями хозяйствующего объекта, от результативности которого зависит динамика промышленного производства в конкретном секторе экономики [8].

Экономическое управление хозяйствующим объектом в комплементарной паре «менеджер – искусственный интеллект», таким образом, составляет основу для самоадминистрирования бизнес-процессов, где в непрерывном цикле осуществляется контроль эффективности выполнения бизнес-задачи и оценка влияния ресурсных воздействий на повышение показателей результативности фабрик. Фактором оптимизации экономического управления является [9] приведение в соответствие масштабов хозяйственной деятельности фабрики и организационной структуры, её иерархической соподчиненности менеджмента.

Согласование управленческих стратегий менеджеров и киберфизического искусственного интеллекта осуществляется с целью балансирования свободы выбора воздействий человеком на хозяйствующие объекты управления и приемлемых показателей экономической результативности фабрики, а также с целью поддержания в долгосрочной перспективе условий для их реализации с минимальным количеством затрачиваемых материальных ресурсов и времени.

2. Фабрика Индустрии 4.0 как объект экономического управления

К числу особенностей экономического управления фабриками Индустрии 4.0, осуществляемого в институциональных условиях цифровизации экономики Российской Федерации и трансформации бизнеса в первичных звеньях отечественной высокотехнологичной промышленности, относятся необходимости [3; 6]:

– обеспечения целостности бизнес-стратегий опережающего развития фабрик на фоне реиндустриализации их основных бизнес-процессов и маркетинговых коммуникаций, возникающих в процессах формирования новых типов экономических систем;

– обеспечения сбалансированности и взаимосвязанности показателей экономической эффективности бизнес-процессов и бизнес-проектов фабрик, а также их результативностей на фоне изменения монетарной, фискальной, научно-технической и др. политик государства в отношении внутренних и внешних рынков высокотехнологичной продукции;

– обеспечения экономической устойчивости вертикально и горизонтально интегрированных цепочек создания ценностей на фоне непрерывного обновления инструментов внутрифирменного планирования и механизмов контроллинга деятельности фабрик как сложных динамических систем, вступающих в многосторонние взаимодействия с бизнес-партнерами и потребительским сообществом;

– обеспечения компетентности управленческого звена фабриками в сквозных цифровых кибертехнологиях. Предполагается и совершенствование производственной культуры исполнительского персонала. Это происходит на фоне реинжиниринга существующих и при внедрении новых бизнес-процессов в инфраструктуру фабрик;

– обеспечения уникальности конкурентных преимуществ фабрик на фоне изменения бизнес-моделей и появления новых кибертехнологий, внедряемых другими участниками рынка с учетом глобализации экономических процессов;

– обеспечения адаптируемости цифровых платформ и экосистем фабрик, используемых в электронном бизнесе и электронной коммерции, на фоне создания новых государственных и корпоративных информационных систем в промышленности и расширения их функциональности;

– обеспечения структурирования издержек и управления запасами, цепочками поставок изделий промежуточного производственного цикла на фоне изменений продуктовой линейки фабрики (физическая и цифровая смарт-продукция) и способов организации продаж, послепродажного обслуживания продукции и др.

3. Принцип комплементарного экономического управления

В аспектах теории экономического управления и кибертехнологий дополнение существующего в хозяйствующих объектах управленческого воздействия менеджера информационным воздействием искусственного интеллекта, параллельно корректирующим через компьютерную сеть бизнес-процессы и бизнес-проекты, является двухуровневым решением в задаче синтеза внутренних экономических регуляторов, контролирующих работу фабрики. Комплементарные управленческие воздействия обеспечивают многоцелевое регулирование деятельности экономического объекта, характеризующегося иерархией и распределенными сетевыми структурами бизнес-процессов.

Согласование действий отдельных бизнес-операций и их групп, объединенных в общий бизнес-процесс, осуществляется по признаку сходства заданных (целевых) значений параметров экономического состояния фабрики и фактически наблюдаемых значений, полученных в бизнес-проектах. Классическое управление менеджером [11] экономическим объектом и регуляция бизнес-процессов из виртуальной (модельной) среды [2] образуют в совокупности взаимосвязанные и взаимодействующие иерархические контуры управления, в которых физические и информационные процессы влияют друг на друга через электронные каналы обратных связей.

Динамически взаимосвязанные контуры экономического управления, вовлеченные в регуляцию бизнес-процессов и бизнес-проектов фабрик, образуют системную инфраструктуру хозяйствующего объекта, позволяющую конфигурировать деятельность фабрик под задачи изготовления продукции различного ассортимента. Виртуальный уровень иерархии фабрик, вычисляющий информационное воздействие, с архитектурной точки зрения обеспечивает контроллинг циклических сетевых потоков параметров

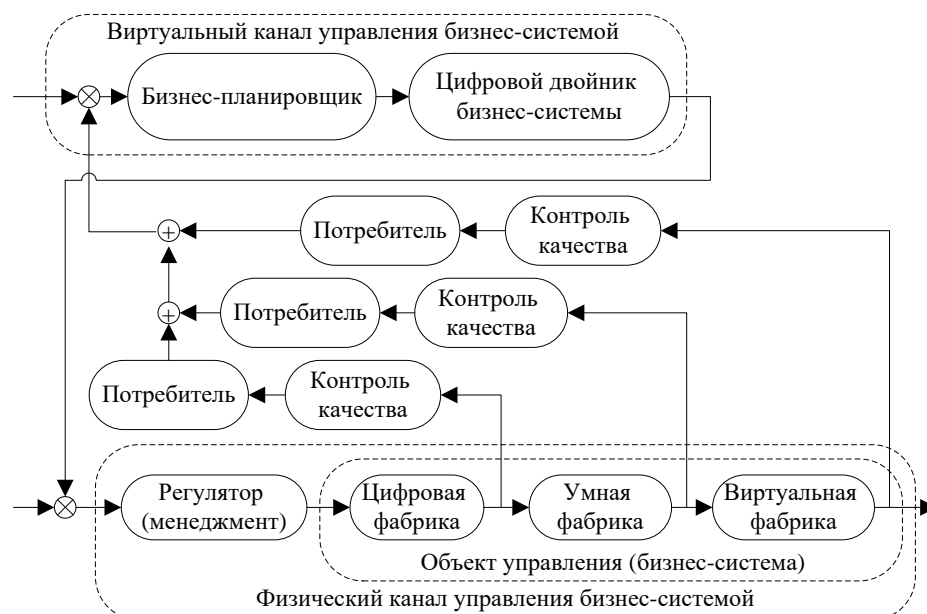
экономического управления, определяющих заданное качество продукции по критерию ее подобия цифровым двойникам. Физический уровень иерархии менеджеров фабрик, вырабатывающий ресурсное экономическое воздействие на бизнес-процессы и бизнес-проекты, контролирует целостность бизнес-стратегии развития хозяйствующего объекта и сбалансированность вертикально и горизонтально интегрированных цепочек создания ценности.

Разделение системы экономического управления на физический и виртуальный контуры обусловлено повышенной информационной емкостью бизнес-процессов и бизнес-проектов, эффективное регулирование которых ограниченными человеческими ресурсами в жестко организованной структуре менеджмента оказывается затруднительным. Классическая вертикально выстроенная иерархия субординационно-ординационного управления бизнесом в физической среде оказывается слабо приспособленной к динамическому восприятию событий, прецедентов и ситуаций, значительная часть которых при цифровизации промышленности происходит в виртуальной среде.

Для синтеза системы экономического управления необходимо разрабатывать новые инструменты, способы и механизмы, обеспечивающие координацию внутренних регулирующих процессов и внешних бизнес-отношений хозяйствующего объекта, основанных на межфирменной кооперации и межотраслевой коллаборации фабрик с сетевыми экономическими связями и «бесшовными» цепочками создания ценности. Эти инструменты, способы и механизмы по принципу экономического действия будут поддерживать коммуникативные бизнес-отношения фабрик и потребительского сообщества с размытыми границами реального и виртуального пространств, объединенных ресурсами предметно-ориентированных цифровых экосистем.

4. Система комплементарного экономического управления

Схема системы комплементарного экономического управления хозяйствующим объектом (бизнес-системой), объединяющим в цепочку создания ценности цифровую, умную и виртуальную фабрики, приведена на рис.1 (см. ниже). В схеме используется принцип переноса части трудовых функций «совокупного работника» в виртуальное пространство. В результате происходит модификация классических производственных отношений менеджмента с личностно-коммуникационными ценностными ориентирами, принятыми в компаниях Индустрии 3.0, а искусственный интеллект (виртуальная среда моделирования) приобретает свойства обезличенной самообучающейся производящей силы, сконцентрированной на алгоритмически организованном экономическом управлении группой бизнес-объектов в параметризованном пространстве состояний.



Р и с .1. Обобщенная схема системы экономического управления хозяйствующим объектом, включающим группу фабрик Индустрии 4.0.

Влияние искусственного интеллекта на качество экономического управления бизнес-объектом (отдельный процесс, компания, группа компаний и др.) осуществляется при следующих допущениях:

- управленческое решение, формируемое искусственным интеллектом или с его комплементарным участием, должно быть основано на анализе достоверных наблюдаемых и ретроспективных показателей результативности компании, прослеживаемых в отчетности;

- механизм синтеза управляющего воздействия должен подчиняться известным экономическим законам и обеспечивать интересы хозяйствующего субъекта в условиях внешних факторов, ассоциированных с рисками и деятельностью конкурентов, динамикой рыночных спроса и предложений, активностью потребительского сообщества;

- устойчивость бизнес-позиций компании во внешней среде должна поддерживаться алгоритмически формализованными инструментами и экономическими ресурсами, оптимизирующими (балансирующими) хозяйствующие отношения субъектов управления (менеджеров) во внутренней среде компании;

- практическая реализация управленческого решения должна прозрачно (в режиме правового разделения ответственности) соответствовать субъекту управления (менеджер или искусственный интеллект), участвующему в регулировании бизнес-процессов компании, и др.

С позиции теории систем, приложенной к самоорганизующемуся бизнесу [7; 10], необходимо осуществлять управление хозяйствующим объектом по группе главных мультипликаторов (т. н. параметров порядка), в соответствии с устанавливаемыми значениями которых будет осуществляться регулирование второстепенных показателей (эффект сокращения размерности пространства управляемых переменных, приводящий к упрощению

регулятора, повышению его надежности и устойчивости управляемой системы в целом). Таким образом, обеспечивается согласование односторонних интересов представителей менеджмента (индивидуальных участников бизнес-процессов) как субъектов управления, действия которых не наблюдаемы друг для друга в каждый момент времени, и интересов управляющего субъекта – искусственного интеллекта, «осведомленного» через инструменты контроллинга обо всех частных решениях менеджеров (совокупный работник) и использованных ими экономических ресурсах. В представленной схеме задача управления бизнесом соответствует классической задаче от нобелевского лауреата J.F. Nash, имеющей равновесное решение для группы «игроков» с неполной информацией и «игрока», обладающего полным контролем над внешними и внутренними данными бизнес-системы.

Временной показатель реализации цикла сквозного управления хозяйствующим объектом определяется в соответствии с принципом экономической сингулярности, согласно которому оптимизации подлежит межактовый интервал в цепочке «производство-потребление» продукта. Минимизация интервала достигается в бизнес-модели кастомизации, предусматривающей «скоростное» изготовление продукта не под среднерыночный потребительский спрос с участием посредников в дистрибуции продукции, а под конкретный потребительский заказ с индивидуализированными характеристиками продукта (точно в срок и точно в спрос).

5. Заключение

Виртуальная среда хозяйствующего объекта является основой механизмов взаимодействия фабрик Индустрии 4.0. По данным исследования [4] экосистемы как цифровой ресурс коммуникации фабрик и потребительского сообщества имеют существенный потенциал влияния на экономический рост производительности и продуктивности бизнеса, обусловленный в текущих институциональных условиях следующими факторами: территориальная распределенность бизнес-партнеров; поддержка дистанционных каналов информационного обмена и маркетингового продвижения кастомизируемой продукции; поддержка межфирменной кооперации и кросс-отраслевой коллаборации и др., в совокупности приводящими к формированию регулируемых цифровых цепочек создания потребительской ценности, обеспечивающей фабрикам добавленную стоимость продукции. Количественные показатели экосистемной интеграции бизнес-партнеров, представленные в [4] и основанные на обработке нескольких десятков практических кейсов, свидетельствуют о следующих результатах: 90 % проанализированных экосистем охватывают целевую аудиторию из 5 технологически развитых стран; 83 % и 53 % экосистем осуществляют цифровые коммуникации с партнерами из 3 и 5 отраслей экономики соответственно.

Система комплементарного экономического управления таким образом определяет способ регулирования бизнес-процессов и бизнес-проектов, в котором контролируются показатели на материальном, информационном и когнитивном уровнях управления с воздействиями, распределенными между менеджментом компании и искусственным интеллектом. Воздействия

вырабатываются на основе анализа управляемых переменных и их отклонений от установленных планом значений. Инструментами анализа выступают знания, структурированные в виде формализованных алгоритмов обработки экономических данных в виртуальной среде и в виде инструкций в системе операционного менеджмента компании.

Факторами неопределенности в принятии управленческих решений выступают: эмоции менеджмента, недостаток профессиональных компетенций, неполнота ситуационной информации и т. д., компенсируемые аналитикой самообучающегося искусственного интеллекта и структурной организацией системы управления (рациональное сочетание принципов централизации и децентрализации управления, адаптивное управление внутренней средой компании под влиянием воздействий внешней среды, адекватное задачам бизнеса распределение ресурсов между управляющей и управляемой подсистемами компании и т. д.). В целом, комплементарное управление является способом внутрифирменного регулирования управленческих отношений, приложенного к социально-экономической системе, находящейся во внешних условиях, описываемых концептом VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity).

Список литературы

1. Белоброва Н.В. Механизм формирования стратегии развития промышленных предприятий при переходе к экономике знаний // Вестник института экономических исследований, 2020. №3(19). С. 28–36.
2. Брагина А.В., Вертакова Ю.В., Евченко А.В. Развитие сквозных технологий планирования деятельности промышленного предприятия в условиях цифровизации экономики // Организатор производства, 2020. Т.28. №1. с. 24–36.
3. Заступов А.В. Инновационное развитие предприятий промышленных отраслей в условиях цифровой модернизации экономики // Бизнес. Образование. Право, 2020. №1(50). С. 244–250.
4. Захаров В.Я., Трофимов О.В., Фролов В.Г., Новиков А.В. Управление экосистемой: механизмы интеграции компаний в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0» // Лидерство и менеджмент, 2019. Т.6. №4. С. 453–468.
5. Зубаков В.М., Зубакова И.В. Институциональные тренды и промышленное производство в системе национальной экономики // Основы экономики, управления и права, 2020. №2(21). С. 38–47.
6. Клименко О.И., Бражников Ю.И., Лайпанов А.И. Проблемы промышленного развития России в контексте технологизации экономики // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права, 2020. №1(80). С. 9–23.
7. Кокшаров В.А. Концептуальный подход к модели оценки эффективности экономики замкнутого цикла промышленного предприятия // Инновации и инвестиции, 2020. № 6. С. 105–109.
8. Коробов С.А., Пшеничников И.В., Епинина В.С. Особенности цифровой трансформации системы управления промышленным предприятием в современных условиях развития экономики // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика, 2021. Т. 23. №1. С. 131–140.
9. Сизова О.В., Махалкина Е.С. Повышение эффективности управления промышленным предприятием в условиях цифровизации российской экономики // Известия высших учебных заведений. Серия «Экономика, финансы и управление производством», 2021. №1(47). С. 140–151.
10. Трофимова Н.Н. Применение концепции кайдзен в системе менеджмента промышленного предприятия при цифровизации российской экономики // Актуальные проблемы экономики и управления, 2020. №2(26). С. 83–89.

11. Щетинина Е.Д., Красноперова И.С. Деловая среда промышленного предприятия и принципы её изучения в новой экономике // Экономический вектор, 2021. №1(24). С. 23–29.

Об авторе:

ЖАРИНОВ Игорь Олегович – доктор технических наук, профессор, профессор факультета безопасности информационных технологий, ФГАУО ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Российская Федерация, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49, лит. А, e-mail: mpbva@mail.ru, ORSID: 0000-0003-2508-5939, SPIN-код: 9355-5800

MANAGEMENT OF ECONOMIC OBJECTS BASED ON THE COMPLEMENTARY INTERACTION OF MANAGEMENT INTELLIGENCE AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

I.O. Zharinov

FGAUO VO “ITMO University”, Saint Petersburg

The problem of managing economic entities that conduct business in the industrial segment of the economy is considered. The purpose of the study is to create a system of economic management of an economic object focused on cyber-technologies of Industry 4.0. The objects of management are business structures in the class of promising factories of Industry 4.0 and their collaborations, combined in a cross-cutting value chain. The features of factories as objects of economic management are determined and a scheme of a management system that regulates internal business processes and business projects of economic objects based on the complementary interaction of management and artificial intelligence is proposed. Management in the management system is positioned as a «total employee» who affects objects with economic resources in the physical environment. Artificial intelligence, as an independently defined control subject, exerts influence on control objects from a virtual environment. Complementary management is implemented by combining the control actions formed by the management competencies and the effects obtained by the artificial intelligence business planner when modeling business processes using digital counterparts of manufactured products. The scientific novelty of the presented results lies in the creation of an economic management system, the subjects of which are human intelligence and artificial intelligence, which equally and mutually regulate the internal business processes of an economic object.

Keywords: *Industry 4.0, digital, smart and virtual factories, economic management, artificial intelligence, management, complementary management.*

About the author:

ZhARINOV Igor' Olegovich – Doctor of technical sciences, Professor, Professor at the Faculty of Secure Information Technologies, Russian Federation, ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Kronverkskiy prospekt, 49-A, e-mail: mpbva@mail.ru, ORSID: 0000-0003-2508-5939, SPIN-код: 9355-5800.

References

1. Belobrova N.V. Mekhanizm formirovaniya strategii razvitiya promyshlennykh predpriyatij pri perekhode k ekonomike znaniy // Vestnik instituta ekonomicheskikh issledovanij, 2020. №3(19). S. 28–36.
2. Bragina A.V., Vertakova Yu.V., Evchenko A.V. Razvitie skvoznykh tekhnologij planirovaniya deyatel'nosti promyshlennogo predpriyatiya v usloviyah cifrovizacii ekonomiki // Organizator proizvodstva, 2020. T.28. №1. s. 24–36.
3. Zastupov A.V. Innovacionnoe razvitie predpriyatij promyshlennykh otraslej v usloviyah cifrovoj modernizacii ekonomiki // Biznes. Obrazovanie. Pravo, 2020. №1(50). S. 244–250.
4. Zaharov V.Ya., Trofimov O.V., Frolov V.G., Novikov A.V. Upravlenie ekosistemoy: mekhanizmy integracii kompanij v sootvetstvii s koncepciej «Industriya 4.0» // Liderstvo i menedzhment, 2019. T.6. №4. S. 453–468.
5. Zubakov V.M., Zubakova I.V. Institucional'nye trendy i promyshlennoe proizvodstvo v sisteme nacional'noj ekonomiki // Osnovy ekonomiki, upravleniya i prava, 2020. №2(21). S. 38–47.
6. Klimenko O.I., Brazhnikov Yu.I., Lajpanov A.I. Problemy promyshlennogo razvitiya Rossii v kontekste tekhnologizacii ekonomiki // Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, ekonomiki i prava, 2020. №1(80). S. 9–23.
7. Koksharov V.A. Konceptual'nyj podhod k modeli ocenki effektivnosti ekonomiki zamknutogo cikla promyshlennogo predpriyatiya // Innovacii i investicii, 2020. №6. S. 105–109.
8. Korobov S.A., Pshenichnikov I.V., Epinina V.S. Osobennosti cifrovoj transformacii sistemy upravleniya promyshlennym predpriyatiem v sovremennykh usloviyah razvitiya ekonomiki // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika, 2021. T.23. №1. S. 131–140.
9. Sizova O.V., Mahalkina E.S. Povyshenie effektivnosti upravleniya promyshlennym predpriyatiem v usloviyah cifrovizacii rossijskoj ekonomiki // Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Seriya «Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom», 2021. №1(47). S. 140–151.
10. Trofimova N.N. Primenenie koncepcii kajden v sisteme menedzhmenta promyshlennogo predpriyatiya pri cifrovizacii rossijskoj ekonomiki // Aktual'nye problemy ekonomiki i upravleniya, 2020. №2(26). S. 83–89.
11. SHCHetinina E.D., Krasnoperova I.S. Delovaya sreda promyshlennogo predpriyatiya i principy eyo izucheniya v novej ekonomike // Ekonomicheskij vektor, 2021. №1(24). S. 23–29.