

Научная статья
УДК 338.242+658.5.011
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1431

Nikolay Vladimirovich Klein

Candidate of Engineering, Corresponding Member
 of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences,
 Head of the Base Department
 “Machine-Building Production”,
 Ural Federal University
 named after the first President of Russia B. N. Yeltsin;
 General Director,
 Machinery Plant named after M. I. Kalinin JSC
 Ekaterinburg, Russian Federation
 zik@mail.utk.ru

Evgeniy Nikolayevich Starikov

Candidate of Economics, Associate Professor,
 Head of the Department of Chess Art
 and Computer Mathematics,
 Ural State University of Economics;
 Senior Researcher of the Department of Regional
 Industrial Policy and Economic Security,
 Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian
 Academy of Sciences
 Ekaterinburg, Russian Federation
 starik1705@yandex.ru

Valery Ivanovich Vorobiev

Head of Project Office on Labor Productivity Improvement
 of Defense Industry Enterprises,
 Union of Defense Industries Enterprises
 of Sverdlovsk Region;
 Director of Lean Manufacturing
 Training Center,
 Machinery Plant named after M. I. Kalinin JSC
 Ekaterinburg, Russian Federation
 molniyansk@bk.ru

Николай Владимирович Клейн

канд. техн. наук, член-корреспондент
 Российской академии ракетных и артиллерийских наук,
 заведующий базовой кафедрой
 «Машиностроительное производство»,
 Уральский федеральный университет
 имени первого Президента России Б. Н. Ельцина;
 генеральный директор,
 ПАО «Машиностроительный завод имени М. И. Калинина»
 Екатеринбург, Российская Федерация
 zik@mail.utk.ru

Евгений Николаевич Стариков

канд. экон. наук, доцент,
 заместитель заведующего кафедрой шахматного искусства
 и компьютерной математики,
 Уральский государственный экономический университет;
 старший научный сотрудник отдела региональной
 промышленной политики и экономической безопасности,
 Институт экономики Уральского отделения
 Российской академии наук,
 Екатеринбург, Российская Федерация
 starik1705@yandex.ru

Валерий Иванович Воробьев

руководитель проектного офиса по повышению
 производительности труда предприятий ОПК,
 Союз предприятий оборонных отраслей промышленности
 Свердловской области;
 руководитель учебно-методического центра
 по бережливому производству,
 ПАО «Машиностроительный завод имени М. И. Калинина»
 Екатеринбург, Российская Федерация
 molniyansk@bk.ru

ФРАКТАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА КАК МЕХАНИЗМ КОМПЕНСАЦИИ ЭФФЕКТОВ ДИНАМИЧЕСКИ СВЯЗАННОЙ ВАРИАТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

5.2.3 — Региональная и отраслевая экономика

Аннотация. В статье проведен ретроспективный анализ организационной трансформации менеджмента промышленных предприятий в ходе технологических инноваций. Показано, что история промышленных революций последних полутора веков убедительно доказывает, что развитие технологического прогресса и инновационного развития промышленного производства становится драйвером формирования разнообразных организационных структур.

Учитывая, что объективная необходимость поиска наиболее эффективных механизмов управления производством с инновационными, наукоемкими технологиями обусловлена проблемой максимального использования потенциала технологических инноваций для повышения эффективности бизнеса в целом, авторами высказано предположение о том, что ключевым вызовом для роста производственной эффективности является вариатив-

ность процессов. Низкая энерговооруженность технологий времен первой и второй промышленных революций позволяла снижать вариативность огромным количеством операционных единиц — станков, машин и людей, непосредственно участвующих в производстве. Однако сегодня, в условиях экспоненциального роста технологической вооруженности современных предприятий, когда вариативность многооперационных технологических процессов насчитывает тысячи и более операций, решение данной задачи абсолютно не тривиально и приобретает первостепенное значение. И одним из возможных направлений ее решения, по мнению авторов, является разработка такой организационной структуры управления производством, которая позволила бы создать условия для кардинального снижения межоперационной вариативности в рамках инновационной парадигмы менеджмента.

В настоящем исследовании показаны элементы новой методологии снижения вариативности производственных процессов на основе получения синергетического результата применения подхода бережливого производства в рамках фрактальной организации бизнес-процессов и инструментария Индустрии 4.0. Использование предложенного подхода в организационных моделях управления производ-

ством позволит создать условия для кардинального снижения межоперационной вариативности в рамках инновационной парадигмы менеджмента.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, вариативность, динамическая связанность, фрактал, технологические инновации, бизнес-процесс, тейлоризм, самоорганизация, производственный менеджмент

Для цитирования: Клейн Н. В., Стариков Е. Н., Воробьев В. И. Фрактальная организационная структура как механизм компенсации эффектов динамически связанной вариативности бизнес-процессов // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 4(73). С. 141—148. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1431.

Original article

FRactal ORGANIZATIONAL STRUCTURE AS A MECHANISM FOR MITIGATING THE EFFECTS OF DYNAMICALLY RELATED VARIABILITY OF BUSINESS PROCESSES

5.2.3 — Regional and sectoral economy

Abstract. *The article provides a retrospective analysis of the organizational transformation of industrial enterprise management in the course of technological innovations. It is shown that the history of industrial revolutions of the last century and a half convincingly proves that technological progress and innovative development of industrial production becomes the driver of the formation of various organizational structures.*

Considering that the objective need to search for the most effective mechanisms for managing production with innovative, knowledge-intensive technologies is due to the problem of maximizing the potential of technological innovations to improve business efficiency in general, the authors suggest that the key challenge for increasing production efficiency is the variability of processes. Low energy intensity of technologies during the first and second industrial revolutions made it possible to reduce variability by a huge number of operating units - machine tools, machines and people directly involved in production. However, today, in the context of exponential growth of technological equipment of modern enterprises,

when the variability of multi-operation technological processes amounts to thousands or more operations, the solution to this problem is absolutely not trivial and is of paramount importance. And one of the possible directions for its solution, according to the authors, is the development of such an organizational structure of production management that would create conditions for a radical reduction in interoperational variability within the framework of the innovative management paradigm.

This study shows the elements of a new methodology for reducing the variability of production processes based on obtaining a synergistic result of applying the lean manufacturing approach within the framework of the fractal organization of business processes and the Industry 4.0 toolkit. The use of the proposed approach in organizational models of production management will create conditions for a radical reduction in interoperational variability within the framework of the innovative management paradigm.

Keywords: Industry 4.0, variability, dynamic connectivity, fractal, technological innovations, business process, Taylorism, self-organization, production management

For citation: Klein N. V., Starikov E. N., Vorobiev V. I. Fractal organizational structure as a mechanism for mitigating the effects of dynamically related variability of business processes. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;4(73):141—148. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.73.1431.

Введение

Проблема повышения производительности труда является постоянной темой исследований теоретиков и практиков экономики и менеджмента.

Изученность проблемы. Реализация потенциала роста производительности труда, заложенного в инновационных технологиях цифровизации [1], заставляет исследователей вернуться к изучению новых форм организации управления промышленными предприятиями. Наиболее показательным в истории мировой экономики является подход научной организации труда Ф. Тейлора и его практическое воплощение на заводах Г. Форда в конце XIX — начале XX в. [2]. Вторым «экономическим чудом» стали преобразования Э. Деминга на предприятиях Японии. Наиболее полно суть данных организационных преобразований изложена в трудах Т. Оно [3—5]. Дальнейшее развитие технологий, особенно с массовым внедрением числового программного управления в операционную деятельность, поставило задачу трансформации производственного менеджмента с новой остротой.

Многие авторы, в числе которых А. И. Кочеткова [6], А. Н. Исаенко [7], Ю. Г. Одогов [8], П. Лемберг [9], З. Хорват [10], Н. А. Орлова [11], А. Чжао и А. С. Воронина [12], Ли Пань [13], констатируя проблему снижения эффективности производственного менеджмента в условиях развития технологических инноваций, предлагают в своих исследованиях новые организационные формы управленческой иерархии, однако при этом недостаточно, по мнению авторов настоящей статьи, углубляясь в природу фундаментальных причин снижения производственной эффективности в условиях технологического прогресса.

Как отмечал Н. Талеб, «эволюция работает не обучая, а разрушая» [14, с. 218]. Это выверенное историей промышленных революций утверждение беспараллельно указывает на неизбежность трансформации системы управления предприятием при изменении технологического уклада. Накопленные за полтора столетия противоречия тейлоровской системы управления промышленностью проявляются всё отчетливее год от года, с каждым новым шагом

технологической эволюции [15]. Теоретическая проработка альтернативных парадигм менеджмента в условиях цифровизации промышленности определяет **целесообразность разработки темы и актуальность** данного исследования.

Таким образом, **цель** исследования заключается в поиске возможных путей организационной трансформации системы управления производственным предприятием, позволяющих реализовать компенсаторные механизмы ключевых факторов снижения эффективности бизнес-процессов в рамках тейлоровской модели управления производством.

Усиление интереса к данной проблеме обусловлено широким внедрением в хозяйственную практику методологических подходов организации производства и производственных технологий Индустрии 4.0. В связи с чем в рамках настоящего исследования обосновывается необходимость решения проблемы повышения эффективности управления производственными предприятиями, развивающими у себя технологии Индустрии 4.0.

Задачи исследования:

- обосновать гипотезу ключевого фактора снижения эффективности бизнес-процессов и предложить инновационную архитектуру организационной системы управления предприятием в условиях четвертой промышленной революции на основе использования подходов бережливого производства и инструментария Индустрии 4.0;

- обосновать формирование в рамках предложенной организационной структуры компенсаторных механизмов для явлений, снижающих эффективность системы управления производством.

Научная новизна настоящего исследования заключается в оценке влияния организационной структуры управления предприятием на итоговую эффективность его деятельности с точки зрения компенсаторных механизмов ключевого фактора снижения производительности производственной системы.

Теоретическая значимость работы заключается в раскрытии механизмов управленческих инноваций современных организационных структур компаний, позволяющих более полно раскрыть потенциал новейших технологических решений. Предлагаемый авторами анализ позволяет сформировать механизм оценки структур управления в части более полного соответствия механизмов управления предприятием используемым технологическим решениям на примере фрактальной организации.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена раскрытием схемы оценки влияния структуры управления на критичные факторы производительности, а также предлагаемыми авторами механизмами купирования негативного влияния данных факторов.

Методологическая база настоящего исследования основана на трудах отечественных и зарубежных авторов, занимающихся исследованием закономерностей развития научной организации труда и вопросами эффективности производственных систем.

Основная часть

Проблема глубинной причины взрывного роста эффективности, когда система управления гармонично сочетается с новыми технологиями, вызывает интерес многих исследователей. В частности, Н. Талей так объясняет этот организационно-технологический парадокс: «Экономика была более линейной и менее сложной, чем сегодня.

В современном мире куда больше нелинейности — асимметрии и выпуклости. Одна проблема может застопорить весь проект, поэтому в целом проекты слабы настолько, насколько слабы самые слабые звенья в их логистических цепочках. Мир все менее предсказуем, при этом мы все больше полагаемся на технологии, в которых полно ошибок и путаных взаимосвязей, отчего поведение этих технологий все труднее оценивать, не говоря уж о том, чтобы предсказывать. Главный виновник тут — информационная экономика» [16, с. 129]. В другой своей книге он более категоричен, заявляя, что «беда информационной эпохи: вредоносность данных нарастает быстрее, чем получаемая от них польза» [17, с. 253]. Такую же позицию высказывает и родоначальник производственной системы *Toyota (TPS)* Т. Оно, заявляя, что «в бизнесе следует избегать переизбытка информации», а также что данные мало чем отличаются от материалов и комплектующих и по аналогии должны предоставляться сотруднику «точно-в-срок» в соответствии с этапом производственного процесса [3]. Подобные проблемы были присущи производственным компаниям с механистичной системой управления. *TPS* во многом купировала присущие тейлоровским системам глобальные недочеты, в первую очередь — потери, но не смогла их устранить полностью.

Ряд исследователей весьма убедительно склоняются к тому, что на смену существующим системам управления придут фрактальные организационные структуры. «Фрактальная модель — вершина организационных структур, обладающая колоссальным потенциалом» [6, с. 112], — утверждает профессор А. Кочеткова. Х.-Ю. Варнеке однозначно определяет мощь китайской промышленности именно в природе фрактальной самоорганизации предприятий [18]. Кроме того, все признаки фрактальности прослеживаются в холакратических принципах управления бизнесом, внедренных более чем в 500 организаций во всем мире [19]. Е. С. Гребенкиной [20] отмечается, что существующий этап развития экономики порождает необходимость создания «комплексно-адаптивных», самоорганизующихся, целостных фрактальных организаций, которые способны органично действовать среди живых развивающихся бизнес-организмов.

Учитывая, что во всем многообразии технологических и инновационных открытий инвариантность присуща только единственному параметру — времени, можно предположить, что суть новых организационных решений лежит в сокращении ошибок управления. Таким образом, можно предположить, что новые организационные структуры призваны купировать механизмы возникновения ошибок производства при переходе к новому технологическому укладу.

Проблемы управления производством (тейлоризм и *TPS*). Научная организация труда Ф. Тейлора осуществила революцию в вопросе повышения производительности труда [7]. Помимо этого, она внесла неоценимый вклад в методологическое понимание организации как системы, акцентируя внимание на роли обучения и трудовой дисциплины в деятельности компании. Тейлоризм был пионером в вопросах разграничения операционной деятельности и менеджмента [2]. Данная система практически идеально соответствовала модели «рынка продавца», когда условия диктовал производитель. Переход рынка к «модели покупателя» выявил системные недостатки тейлоризма, многие из которых присущи производственному менеджменту

до сих пор. Среди этих недостатков, типичных практически для всех предприятий мировой экономики в целом и российских, в частности, можно назвать:

- продолжительные производственные циклы: более 90 % времени изделие не обрабатывается, а находится в состоянии ожидания транспортировки, контроля ОТК, очереди в партии обработки и т. д., что в *TPS* именуется «потерями» — реальное операционное время физической обработки деталей или создания ценности составляет единицы процента;

- проблема формирования производственных заданий, являющаяся следствием предыдущей, когда фактический учет доступности ресурсов, вопросы формирования технологической логистики и эффективности материальных потоков весьма затруднительно;

- нарушение планов и срывы сроков производства, когда продукция или услуги предоставляется клиентам с задержками, фактическое время выполнения операций существенно отличается от запланированных;

- высокие уровни запасов и незавершенного производства, причем структура этих запасов такова, что формируется дефицит необходимых материалов и избыток тех, потребность в которых отсутствует в производственных планах — данная проблема усугубляется проблемой учета ресурсов;

- низкая скорость реакции на срочные запросы клиента, когда система практически не в состоянии изменить приоритет заказа и такое действие требует определенного управленческого «экспромта» при выполнении срочного заказа;

- нерациональное использование оборудования и др.

Обозначенные выше проблемы можно отнести к вопросам управления разного уровня [8]. На цеховом уровне — это информация об отклонениях в выполнении плановых заданий и причинах данных отклонений. На высшем уровне управления — информация о ходе выполнения производственных заказов, текущем состоянии производства и оперативная сигнализация о появившихся проблемах в производстве. Глубинными же причинами подобной ситуации являются мировоззренческие заблуждения о том, что предприятие — это механистическая система и что иерархическая структура подчинения организации — ее глобальная суть, позволяющая транслировать управление быстро, а главное, безошибочно и без изменения. В этой связи мнение о том, что глобальная оптимизация достигается совокупностью локальных улучшений, а экономическая политика отдает приоритет сокращению издержек, а не повышению доходности предприятия, выглядит ошибочным. То есть, как сказал П. Лемберг, «следование принципам, которые привели вас к успеху в прошлом, сохранение традиций и выбор проверенных дорог в лучшем случае позволят вам получить результаты, которые были у вас в прошлом» [9, с. 83].

В основу японской системы бережливого производства был положен отказ от доминирующей парадигмы организации производства, но при этом тейлоризм не был отвергнут полностью, но была глубоко переосмыслена его содержательная сторона. Так, положив в основу управления своими предприятиями принципы Э. Деминга, японские промышленники ушли от детализированного производственного планирования «до станка» и передали значительную часть оперативного управления на уровень производственных коллективов [4].

Анализ менеджмента *TPS* (*Toyota Production System*, производственная система Тойоты) показывает, что существующие в ней механизмы позволяют не просто эффективно решать вышеперечисленные проблемы, но и во многом не допускать их возникновения. Среди более чем 120 инструментов и методов бережливого производства, составляющим основу *TPS*, четко выделяется два больших класса [5]:

- инструменты коллективной самоорганизации, среди которых «кайзен» — система непрерывных улучшений, рождаемых в рамках малых проектных групп, наиболее известные из которых это «кружки качества»; «канбан» и «точно-в-срок» — системы самоорганизации логистических процессов материального обеспечения производства и управления запасами; «ящик хейзунка» — инструмент выравнивания выпускаемой продукции по количеству и ассортименту посредством регулирования запуска деталей в обработку; «система цурубэ» — метод поддержания равномерности потока между разрозненными процессами; «хосин канри» — система декомпозиции стратегических целевых ориентиров на нижестоящие уровни управления; «система всеобщего управления качеством» (*Total Quality Management, TQM*), объединяющая в общей парадигме все бизнес-процессы компании в постоянном улучшении качества выпускаемой продукции; «обея» — важнейший инструмент управления проектами, который обеспечивает действенную коммуникацию между членами проектной группы на стадии проектирования; «немаваси» — механизм разноуровневого согласования всех этапов проектного решения от идеи, и далее всех этапов реализации для удовлетворения потребности в ресурсах; «андон» — в широком смысле система визуального оповещения, в более узком — система остановки конвейера при возникновении проблем у любого работника;

- инструменты индивидуальной самоорганизации, к которым можно отнести «всеобщее обслуживание оборудования» (*TPM*) — обеспечение работоспособности оборудования силами операторов, включающей помимо технического обслуживания еще и раннюю диагностику, в совокупности исключающие долгосрочные и дорогостоящие выходы оборудования из строя; «дзидока» — автономный механизм отклонения оборудования при появлении критических отклонений; «пока-экэ» — система защиты от ошибок оператора при работе на оборудовании; «быстрая переналадка» (*SMED*) — система методов и приемов сокращения переналадки оборудования при смене выпускаемой номенклатуры, сокращающая межоперационные производственные потери времени; *5S* — комплекс организационных мероприятий по улучшению организации рабочих мест сотрудников; «стандартная операционная карта» — подробное описание всей последовательности действий по осуществлению производственной операции, включая требования по технике безопасности, хронометраж каждого действия и схему передвижения работника.

Оценивая глобально суть принципов *TPS*, мы понимаем, что в их основе лежит не столько управление непосредственно ресурсами, в частности материальными потоками, а сколько — временем и пространством. Именно время и пространство являются доминантами управленческих решений, что абсолютно соответствует ключевым принципам постиндустриального мира и идеям четвертой промышленной революции (см. рис.).

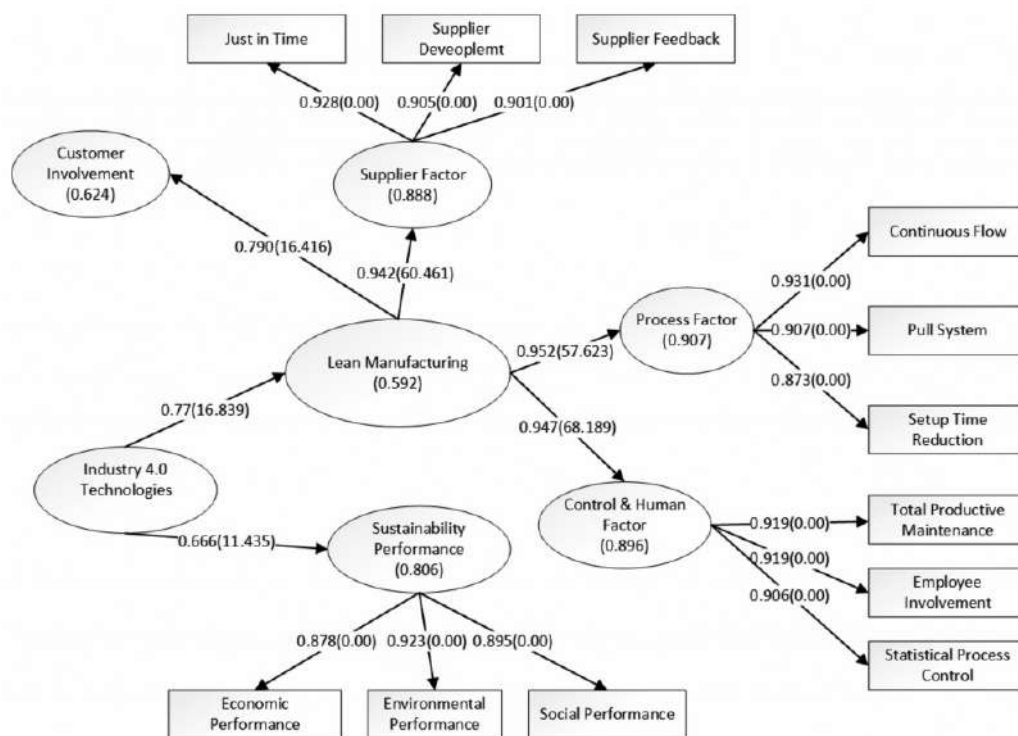


Рис. Латентная модель связанности инструментария Индустрии 4.0 и бережливого производства [21]

Модель четвертой промышленной революции предполагает, что основой эффективности деятельности предприятия становится способность быстро адаптироваться к изменяющимся и качественно, и количественно рынкам. Адаптивность производственных систем уже в ближайшем будущем кардинально изменит систему целевых ориентиров предприятия, природу конкурентных отношений, принципы производственных инвестиций в производство и мн. др. [13]. Поэтому в свое время инновационность и адаптивность *TPS*, в первую очередь как системы управления, обеспечили Тойоте мировое лидерство на долгие (по современным меркам) годы.

Управление в условиях динамически связанной вариативности бизнес-процессов. Природа непредсказуемости или случайной вариативности, о которой упоминал Н. Талеб, умозрительна и понята на обыденном уровне. Поломка одной из тысяч подвод, задействованных на подвозке щебня при строительстве моста в Новониколаевске конца XIX в., ничтожно сказывалась на общих темпах строительства. Или поломка токарного станка из многих сотен в токарном цехе Сибсельмаша середины XX в. В любом случае, утвержденное задание легко выполнялось перераспределением необходимого количества планового результата на оставшиеся производственные ресурсы.

В условиях современного производства, основу которого составляют станки с числовым программным управлением, даже небольшая задержка в производственном процессе обрабатывающего центра (или, например, поломка БЛАЗа на подвозе щебня) создает критические последствия для выполнения производственного плана. Вариативность уникальных или энергоемких элементов технологического процесса создает определенные «волны» на всем протяжении производственного цикла. Также необходимо учитывать, что участие людей в производственном процессе сразу же переводит ситуацию в плоскость динамической слож-

ности или, как отмечает П. Сенге, «крупным компаниям, чтобы измениться, нужно перестать думать, как механики, и начать действовать, как садовники» [22, с. 184].

Основным отличием сложных систем является то, что между ее элементами существует сильная взаимосвязь [14], которая включает все комбинации взаимозависимости — временную, горизонтальную, а также диагональную, когда состояние конкретного элемента зависит от прошлого состояния связанного с ним элемента.

Кстати, именно эта особенность блокирует действие центральной предельной теоремы, обеспечивающей взаимную компенсацию ошибок, и приводит к накоплению отклонений. В своде законов Мэрфи эта особенность поведения сложных систем выражена Первым законом Клипштейна: «Допустимые отклонения (в сложных изделиях. — *Авт.*) будут накапливаться однонаправленно, чтобы причинить максимум трудностей при сборке». В практике машиностроения — это наблюдаемый эффект волнообразного движения незавершенного производства по производству. Н. Н. Талеб отмечал, что в силу неотрицательности такого параметра, как «время», мы получаем нелинейную структуру проекта, который не может быть реализован за отрицательный или нулевой временной промежуток [16]. Это приводит к тому, что все ошибки накапливаются справа на оси времени.

Второй момент, на который необходимо обратить внимание, — это математическое доказательство Н. Талеба совместно с Ч. Тапиеро того, что случайные сбои значительно сильнее вредят крупным структурам, чем тем, чей размер поменьше [23].

Рассматривая организацию как сложную динамическую систему, нельзя не коснуться вопроса управления. З. Хорват отмечает неизбежность конфликта в процессе управления [10]. Вопрос лишь в том, чтоб сделать данный конфликт полезным, т. к., по убеждению П. Фоллетт, «если только он не слишком велик» [24, р. 73]. В рамках

эффективного управления конфликт не воспринимается как угроза, а рассматривается как возможность развиваться и постигать новое. В таком коллективе создается атмосфера обучающей среды, где сотрудники учатся друг у друга, когда различия во мнении воспринимаются как возможность познания нового всеми участниками конфликта. В подобной коллективной атмосфере залогом максимальной эффективности выступает компетентность сотрудников в своей профессиональной сфере. Роль руководителя в подобном коллективе дополняется умением работать с более компетентными сотрудниками, когда он должен создать атмосферу комфорта и трансформировать конфликты в процесс познания [25].

Судьба любого преобразования в компании в конечном итоге определяется действиями (или бездействиями) конкретных работников. Именно на этом этапе очевидным становится факт того, что нашими организациями фактически управляют работники. Понимание данного факта приводит к тому, что задача повышения эффективности лежит в плоскости демотивации персонала, распределения полномочий и ответственности между работниками и руководителями [11].

Компенсаторные механизмы фрактальных организационных структур. Р. Акоффу принадлежит следующее высказывание: «Мы терпим неудачу чаще всего не потому, что не в состоянии решить возникшую проблему, а потому, что пытаемся решить не ту проблему» [26, с. 319]. В ситуации с динамически связанной вариативностью привычные механизмы управления в рамках иерархических организационных структур оказываются малоэффективны. Длинные цепочки технологических переделов усугубляют возникающие случайные вариативности, приводящие в итоге к корректировке плановых заданий. Увеличение объемов информации в промышленных системах Индустрии 4.0 и развитие методов ее обработки вряд ли позволит решить проблему, суть которой заключается не столько в отсутствии информации для принятия решения, сколько в особенностях нашего сознания. Сознание человека не приспособлено к тому, чтобы иметь дело со сложными системами и нелинейными неопределенностями. В итоге, увеличение потока и объемов информации порождает рост заблуждений, что является существенным побочным эффектом информационного эпохи.

В этой связи для решения задач управления сложными системами с динамически связанной вариативностью сама система должна быть упрощена. Выходом может стать фрактальная организационная структура, которая достаточно изменчива в зависимости от конкретного заказа и не имеет при этом статичной производственной логики. Фактически она динамично перестраивается «под заказ», обеспечивая достижение главной цели — соблюдение сроков контрактных обязательств. Сбой в рамках одного фрактала слабо отражается на производственных возможностях системы. В рамках фрактальной организационной структуры, замыкающейся на ограни-

ченном количестве производственных операций, вариативность «обрубаются» на выходе, фактически не влияя на производственную систему в целом.

Очевидно, что в рамках длинных цепочек переделов производственные задержки непредсказуемы по длительности. Продолжительность такой цепочки определяется лишь расторопностью начальников цехов в построении технологического маршрута обхода проблемного звена передела (что в условиях большого объема незавершенного производства и 100%-й загрузкой оборудования является нетривиальной задачей). В рамках же фрактальной структуры максимальное время задержки производственного цикла не превышает удвоенной длительности операции (без учета времени физической передачи заготовок и технологической документации в смежный производственный фрактал).

Таким образом, накапливающиеся производственные ошибки локализируются на межоперационном уровне, предотвращая их общее накопление и взаимную синергетику. В формате общего взгляда можно заметить множество аналогий фрактальной адаптационной структуры с ремесленным, адаптивным, кастомизированным производством. Причем не в буквальном сходстве, а в сходстве по «политике» и «духу» предпринимательской среды.

Заключение, выводы

Таким образом, подводя итог, следует отметить, соглашаясь с В. М. Свистуновым, В. В. Лобачевым, Г. П. Кузиной [27], что фундамент корпоративной культуры предприятий, базировавшийся на востребованности работника как профессионала, сегодня претерпевает существенные изменения. Автоматизация бизнес-процессов и широкое распространение технологий Индустрии 4.0 требует более жесткой регламентации и более четкого исполнения предписанных функциональных обязанностей. Человек становится придатком машины. Его труд лишается творчества, снижается его содержательность и привлекательность. В совокупности это приводит к резкому снижению удовлетворенности сотрудников своей профессиональной деятельностью. Итогом такой политики становится психологическое и социальное отчуждение сотрудников. Происходит атомизация коллектива. Очевидно, что в таких условиях необходима принципиально новая стратегия взаимодействия топ-менеджмента с персоналом [12].

Импульсом для эволюционных преобразований, по мнению авторов, может стать фрактальный подход построения организационной структуры компании. Фрактальность обеспечивает резкое повышение «связанности» технологических и операционных процессов. IT-формат «блокчейн» органично обеспечивает цифровую модель подобной организационной структуры предприятия. Также можно предположить, что на этом фоне существующая корпоративная производственная модель утрачивает преимущества эффекта масштаба, которое еще полвека назад было одним из ключевых в монетарной системе экономики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Стариков Е. Н., Клейн Н. В., Воробьев В. И. Оценка эффективности промышленной политики в ОПК на основе нейросетей на базе нечеткой логики // Цифровые модели и решения. 2024. Т. 3. № 2. С. 43—54. DOI: 10.29141/2949-477X-2024-3-2-4.
2. Серкин В. В. История возникновения метода научного управления и причины его популярности // Вестник науки. 2023. № 5(62). Т. 1. С. 101—105.
3. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства : пер. с англ. М. : Ин-т комплекс. стратег. исслед., 2018. 208 с.

4. Kawase T. Human-centered problem-solving: The management of improvements. Asian Productivity Organization, 2001. 305 p.
5. Оно Т. Канбан и точно вовремя на Toyota. М. : Альпина Паблишер, 2022. 214 с.
6. Кочеткова А. И., Кочетков П. Н. Управление структурным подразделением. М. : Юрайт., 2025. 314 с.
7. Исаенко А. Н., Газизова О. В., Камалов Р. К. Научное управление в современных условиях хозяйствования // Дискуссия. 2023. Вып. 4(119). С. 146—156.
8. Одегов Ю. Г., Кулапов М. Н., Карасев П. А., Манахов С. В. «Эффективные менеджеры» — цена последствий их деятельности // Лидерство и менеджмент. 2021. Т. 8. № 4. С. 387—408. DOI: 10.18334/lim.8.4.113828.
9. Лемберг П. Мысли не стандартно! Нетрадиционные подходы к решению бизнес-задач. М. : Вершина, 2008. 256 с.
10. Horvat Z. Organizational Structures for Fast-Growing Companies. Adizes Institute Publications, 2025. 286 p.
11. Орлова Н. А. От стимулирования к самоорганизации: эволюция управленческих подходов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2020. Т. 13. Вып. 2. С. 144—160.
12. Чжао А., Воронов А. С., Парадокс реальности в гиг-экономике: возможности, проблемы и пути прорыва // Вестник Московского Университета. Серия 21. Управление (государство и общество). 2023. Т. 20. № 2. С. 27—45. DOI: 10.55959/MSU2073-2643-21-2023-2-27-45.
13. Пань Ли. Развитие организационной модели труда в современных условиях: тенденции и эффекты // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2024. № 66. С. 161—183. DOI: 10.17223/19988648/66/11.
14. Талеб Н. Н. Рискую собственной шкурой. Скрытая асимметрия повседневной жизни / пер. с англ. Н. Караева. М. : КоЛибри : Азбука-Аттикус, 2018. 380 с.
15. Акинин И. А. Конкуренция управленческих парадигм на примере рыночной конкуренции автопроизводителей // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 12(54). Ч. 2. С. 131—133.
16. Талеб Н. Н. Антихрупкость. Как извлечь выгоду из хаоса / пер. с англ. Н. Караева. М. : КоЛибри : Азбука-Аттикус, 2014. 415 с.
17. Талеб Н. Н. Статистические последствия жирных хвостов: О новых вычислительных подходах к принятию решений / пер. с англ. В. Ф. Боруна. М. : КоЛибри : Азбука-Аттикус, 2024. 480 с.
18. Логан Д., Кинг Д., Варнеке Х.-Ю. Лидер и племя. Пять уровней корпоративной культуры. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2021. 584 с.
19. Робертсон Б. Дж. Холакратия. Революционный подход в менеджменте. М. : Эксмо, 2020. 256 с.
20. Гребенкина Е. С. Об организационном проектировании диверсифицированных предпринимательских бизнес-систем с позиций фрактальной концепции // Теория и практика общественного развития. 2016. № 7. С. 67—69.
21. Потехин И. А., Добросоцких М. Г., Попиков А. А., Анисимов Ю. А. Бережливое производство в странах Азии // Организатор производства. 2024. Т. 32. № 3. С. 28—44.
22. Сенге П. Пятая дисциплина: Искусство и практика самообучающейся организации. М. : Олимп-Бизнес, 2018. 496 с.
23. Taleb N. N., Tapiero C. S. Risk externalities and too big to fail // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2010. Vol. 389. Iss. 17. Pp. 3503—3507. DOI: 10.1016/j.physa.2010.03.014.
24. Dynamic Administration : The Collected Papers of Mary Parker Follett / Ed. by H. C. Metcalf, L. Urwick. London : Management Publications Trust, Ltd., 1941. 320 p.
25. Ахмадуллин Ш. Т. Особенности теоретических подходов к механизму производства услуг в условиях сервисной экономики // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. № 12-2(118). С. 13—15. DOI: 10.24412/2411-0450-2024-12-2-13-15.
26. Хитрук Е. Б. Идеализированное проектирование как эффективный метод управления социальными системами в теории Рассела Акоффа // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаем будущее : сб. ст. VI междунар. науч.-практ. конф. Пенза : Наука и Просвещение, 2016. С. 317—322.
27. Свиштунов В. М., Лобачев В. В., Кузина Г. П. Неизбежность трансформации корпоративной культуры компании в условиях перехода на новые технологии менеджмента // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2022. № 1(58). С. 9—15. DOI: 10.12737/2305-7807-2022-11-1-9-15.

REFERENCES

1. Starikov E. N., Klein N. V., Vorobyov V. I. Assessment of the industrial policy to the military-industrial complex effectiveness based on neural networks based on fuzzy logic. *Tsifrovye modeli i resheniya = Digital models and solutions*. 2024; 3(2):43—54. (In Russ.) DOI: 10.29141/2949-477X-2024-3-2-4.
2. Serkin V. V. History of appearance of method of scientific management & reasons for its popularity. *Vestnik nauki*. 2023;5(62)-1:101—105. (In Russ.)
3. Ohno T. Toyota production system Byond large-scale production. Cambridge (Mass.); Norwalk (Conn.), Productivity press, 1988. 143 p.
4. Kawase T. Human-centered problem-solving: The management of improvements. Asian Productivity Organization publ., 2001. 305 p.
5. Ohno T. Kanban. Just-In-Time at Toyota. Management Begins at the Workplace. Stamford, Conn., Productivity Press, 1986. xviii + 168 p.
6. Kochetkova A. I., Kochetkov P. N. Management of a structural unit. Moscow, Yurait, 2025. 314 p. (In Russ.)
7. Isaenko A. N., Gazizova O. V., Kamalov R. K. Scientific management in modern economic conditions. *Diskussiya = Discussion*. 2023;4(119):146—156. (In Russ.)
8. Odegov Y. G., Kulapov M. N., Karasev P. A., Manakhov S. V. Effective managers – the price of their activities. *Liderstvo i menedzhment = Leadership and Management*. 2021;8(4):387—408. (In Russ.) DOI: 10.18334/lim.8.4.113828.

9. Lemberg P. Be unreasonable: the unconventional way to extraordinary business results. New York, McGraw-Hill, 2007. xiv + 218 p.
10. Horvat Z. Organizational Structures for Fast-Growing Companies. Adizes Institute Publications, 2025. 286 p.
11. Orlova N. A. From incentive to self-organization: The evolution of management approaches. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Sotsiologiya = Vestnik of Saint Petersburg University. Sociology*. 2020;13(2):144—160. (In Russ.) DOI: 10.21638/spbu12.2020.203.
12. Zhao A., Voronov A. S. The paradox of reality in the gig economy: opportunities, challenges and breakthrough paths. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 21. Upravlenie (gosudarstvo i obshchestvo) = Lomonosov Public Administration Journal*. 2023;20(2):27—45. (In Russ.) DOI: 10.55959/MSU2073-2643-21-2023-2-27-45.
13. Pan Li. Development of the organizational model of work in modern conditions: Trends and effects. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika = Tomsk State University Journal of Economics*. 2024;66:161—183. (In Russ.) DOI: 10.17223/19988648/66/11.
14. Taleb N. N. Skin in the game. Hidden Asymmetries in Daily Life. New York, Random House, 2018. 304 p.
15. Akinin I. A. Market competition of automakers as an example of management paradigms. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*. 2021;12(54)-2:131—133. (In Russ.)
16. Taleb N. N. Antifragile: Things That Gain from Disorder. New York, Random House, 2012. 519 p.
17. Taleb N. N. Statistical Consequences of Fat Tails: Real World Preasymptotics, Epistemology, and Applications. STEM Academic Press, 2020. 441 p.
18. Logan D., King J., Fischer-Wright H. Tribal Leadership. Leveraging Natural Groups to Build a Thriving Organization. New York, Harper Business, 2011. xiii + 303 p.
19. Robertson B. J. Holacracy: The New Management System for a Rapidly Changing World. New York, Henry Holt and Company Publ., 2015. xi + 223 p.
20. Grebenkina E. S. Concerning organizational design of diversified entrepreneurial business systems based on the fractal conception. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya = Theory and practice of social development*. 2016;7:67—69. (In Russ.)
21. Potekhin I. A., Dobrosotskikh M. G., Popikov A. A., Anisimov Y. P. Lean production in Asian countries. *Organizator proizvodstva = Organizer of production*. 2024;32(3):28—44. (In Russ.) DOI: 10.36622/1810-4894.2024.57.81.003.
22. Senge P. M. The Fifth Discipline: The Art & Practice of the Learning Organization. New York, Doubleday, 2006. 445 p.
23. Taleb N. N., Tapiero C. S. Risk externalities and too big to fail. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2010;389(17):3503—3507. DOI: 10.1016/j.physa.2010.03.014.
24. Dynamic Administration. The Collected Papers of Mary Parker Follett. H. C. Metcalf, L. Urwick (eds.). London, Management Publications Trust, Ltd., 1941. 320 p.
25. Akhmadullin Sh.T. Features of theoretical approaches to the mechanism of service production in the conditions of the service economy. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika = Economy and Business: Theory and Practice*. 2024;12-2(118):13—15. (In Russ.) DOI: 10.24412/2411-0450-2024-12-2-13-15.
26. Khitrak E.B. Idealized project creation as an effective management method of social systems in the theory of Russell Ackoff. *Nauka i obrazovanie: sokhranyaya proshloe, sozdaem budushchee = Science and Education: preserving the past, creating the future. Collection of articles of the VI International Scientific and practical conference*. Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2016:317—322. (In Russ.)
27. Svistunov V. M., Lobachyev V. V., Kuzina G. P. Inevitability of Company's Corporate Culture Transformation Under Conditions of New Management Technologies. *Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii = Management of the Personnel and Intellectual Resources in Russia*. 2022;1(58):9—15. (In Russ.) DOI: 10.12737/2305-7807-2022-11-1-9-15.

Статья поступила в редакцию 29.09.2025; одобрена после рецензирования 12.10.2025; принята к публикации 14.10.2025.
The article was submitted 29.09.2025; approved after reviewing 12.10.2025; accepted for publication 14.10.2025.