

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

РАЗВИТИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 1

Нижний Новгород 2026

16+
УДК 338
ББК 65
Р 17

Развитие и безопасность / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2026. № 1 (29). – 120 с.

ISSN: 2713-2633

Выходит 4 раза в год

Главный редактор

Митяков Сергей Николаевич, д.ф.-м.н., профессор, г. Н. Новгород

Заместители главного редактора:

Городецкий Андрей Евгеньевич, д.э.н., профессор, г. Москва

Сильвестров Сергей Николаевич, д.э.н., профессор, г. Москва

Ширяев Михаил Виссарионович, д.э.н., доцент, г. Сочи

Ответственный секретарь

Фролова Марина Михайловна, к.э.н., доцент, г. Н. Новгород

Члены редколлегии:

Горбунова Мария Лавровна, д.э.н., доцент, г. Н. Новгород

Гринберг Руслан Семенович, чл.-корр. РАН, д.э.н., профессор, г. Москва

Захаров Павел Николаевич, д.э.н., профессор, г. Н. Новгород

Казанцев Сергей Владимирович, д.э.н., профессор, г. Новосибирск

Кшакевич Казимеж, д.э.н., профессор, г. Познань, Польша

Лапаев Дмитрий Николаевич, д.э.н., профессор, г. Н. Новгород

Миронова Ольга Алексеевна, д.э.н., профессор, г. Йошкар-Ола

Митяков Евгений Сергеевич, д.э.н., профессор, г. Москва

Морозова Галина Алексеевна, д.э.н., профессор, г. Н. Новгород

Павленко Юрий Григорьевич, д.э.н., профессор, г. Москва

Старовойтов Владимир Гаврилович, д.э.н., г. Москва

Трофимов Олег Владимирович, д.э.н., профессор, г. Н. Новгород

Хорев Александр Иванович, д.э.н., профессор, г. Воронеж

Цветков Валерий Анатольевич, чл.-корр. РАН, д.э.н., профессор, г. Москва

Учредитель и издатель: федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»
(603155, Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24)

Электронная версия журнала: <https://ds.nntu.ru>

*Свидетельство о регистрации в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
периодического печатного издания ПИ № ФС77-81687 от 06 августа 2021 г.*

© Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	4
Митяков С.Н., Колоскова Е.М. Кадровая безопасность: многоуровневый подход.....	4
Митяков Е.С., Луцкан С.П. Адаптивная система показателей мониторинга экономической безопасности предприятия: математическое и численное моделирование.....	16
ИННОВАЦИОННОЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ	34
Ладынин А.И. Управление промышленной экосистемой на основе цифровой платформы.....	34
Касимов А.А. Обеспечение реализации процессов импортозамещения на основе развития и оценки эффективности функционирования промышленных экосистем.....	48
Моисеев А.Е. Оценка эффективности цифровой трансформации на микроуровне.....	64
СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ.....	80
Мизиковский И.Е. Мониторинг запасов товарно-материальных ценностей как фактор снижения рисков возникновения потерь материальных ресурсов на промышленном предприятии.....	80
Рамазанов С.А. Токенизация безналичных денег коммерческих банков: сущность, проблемы и перспективы	94
Охезина Г.М., Титова Н.А., Фролова М.М. Трансформация розничной торговли на основе технологий искусственного интеллекта...	104
НАШИ АВТОРЫ	115

ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 331.1

EDN JSYZTM

С.Н. Митяков, Е.М. Колоскова

КАДРОВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Проведено комплексное исследование феномена кадровой безопасности, который приобрел особую актуальность в настоящее время. Дан обзор исследования проблем кадровой безопасности на различных иерархических уровнях. Показано, что большинство из них посвящено анализу вопросов кадровой безопасности предприятий и организаций. Ряд научных работ раскрывает проблемы кадровой безопасности на уровнях регионов и страны в целом. При этом отмечено практическое отсутствие исследований кадровой безопасности на уровне отдельных индивидуумов, семьи, а также в разрезе отраслей. Предпринята попытка комплексного анализа кадровой безопасности на различных уровнях иерархии (индивидуум, семья, предприятие или организация, отрасль экономики, регион, страна, мир) и в комплексном аспекте. На каждом из уровней дано авторское определение кадровой безопасности, идентифицированы риски и угрозы, а также представлены мероприятия по ее обеспечению. Определены место и роль кадровой безопасности в составе национальной и экономической безопасности страны, а также в составе экономической безопасности регионов. Раскрыты эффекты усиления (положительная синергия) и запырания (отрицательная синергия) при рассмотрении вопросов кадровой безопасности в многоуровневом контексте.

Ключевые слова: кадровая безопасность; уровни иерархии; синергетический эффект; риски и угрозы; обеспечивающие мероприятия; эффекты усиления и запырания.

Введение. Проблемам кадровой безопасности (КБ) на различных иерархических уровнях посвящено значительное число научных работ. Представим краткий обзор некоторых из них.

По мнению А.М. Морозовой и А.О. Лысенко, кадровую безопасность предприятия следует трактовать как состояние защищенности, обеспечивающее устойчивое функционирование организации вне зависимости

от субъективных или объективных факторов человеческого характера. Ключевой задачей в рамках данного состояния выступает минимизация рисков негативного влияния персонала на общее состояние и развитие предприятия [1].

В.А. Фурсов, Н.В. Лазарева, Е.Н. Куш и К.Г. Аветова в статье [2] представили конкретные научно-практические рекомендации по повышению эффективности кадровой безопасности предприятий промышленного комплекса, основанные на совершенствовании кадровой политики хозяйствующего субъекта в представлении кадровой безопасности как многоуровневой системы.

М.В. Ткачева и Н.Р. Береснев разработали универсальный алгоритм и соответствующие рекомендации по построению и внедрению индивидуальных моделей оценки уровня кадровой безопасности организаций, основанных на релевантных методических подходах, актуальных в рамках современного этапа развития экономической науки и направленных на повышение устойчивости хозяйствующих субъектов [3].

С.В. Ильченко, С.Н. Алакоз и Э.Н. Садыхова в статье [4] показали, что обеспечение кадровой безопасности представляет собой необходимый элемент кадровой политики, направленной на консолидацию профессионального коллектива в интересах реализации стратегии организации. Данная система должна быть ориентирована на защиту интеллектуального капитала и разрабатываться с учетом уникальных параметров деятельности отдельного экономического агента.

В рамках исследования С.Е. Карпушова, Т.В. Секачева и Н.В. Щукина [5] осуществляется оценка значимости кадровой политики как неотъемлемого компонента стратегического менеджмента организации и ее вклада в укрепление экономической безопасности. Анализируются различные концептуальные подходы к определению кадровой безопасности с выделением ее основных составляющих. Исследуется комплекс факторов, влияющих на кадровую безопасность, производится классификация наиболее распространенных угроз в данной сфере и формируется модель системы ее обеспечения.

В работе С.Н. Калюгиной, И.П. Савченко, О.А. Мухорьяновой и Е.И. Кривокоры [6] раскрыта сущность категории «кадровая безопасность региона», идентифицируются ключевые угрозы в данной сфере. Авторы приходят к выводу о дуалистической природе данного процесса: с одной стороны, кадровая безопасность выступает инструментом обеспечения экономической стабильности и последовательной социальной политики государства, защищающим население от внешних экономических угроз; с другой – определяющим фактором для формирования качественного человеческого ресурса государства.

В статье С.Н. Митякова, М.В. Ширяева, Н.Н. Яковлевой и Чжао Цонли [7] дано авторское определение кадровой безопасности региона,

разработан алгоритм ее мониторинга, а также система индикаторов и примеры апробации в регионах Приволжского федерального округа.

Е.В. Каранина и Н.Н. Карзаева Н.Н. в исследовании [8] показали, что при определении региональной кадровой безопасности целесообразно применять функциональный подход и рассматривать ее как подсистему региональной экономической безопасности в виде процесса, направленного на минимизацию кадровых рисков. Множество факторов, влияющих на региональную кадровую безопасность, можно разбить на четыре группы: экономическую, демографическую, социальную и технико-технологическую. Важнейшим фактором является обеспеченность кадрами всех предприятий региона.

А.А. Камалов, Н.Ю. Трясцина, Л.И. Хорунжий, Т.Н. Гупалова и В.В. Рахаева в статье [9] проанализировали ключевые дефициты в действующей системе обеспечения национальной кадровой безопасности, где предметом специального рассмотрения становятся человеческий капитал и методы управления кадрами. Авторы выявили основные параметры, характеризующие состояние кадровой безопасности государства, а также разработали комплекс мер, направленных на укрепление национального кадрового потенциала.

В работе Т.А. Волковой, Н.А. Серебряковой и С.А. Волковой [10] идентифицированы основные угрозы кадровой безопасности государства и разработана система индикаторов и критериев для их оценки. Кадровая безопасность государства определена как критический фактор его экономического развития, что обуславливает необходимость систематической оценки и мониторинга соответствующих угроз, а также реализации мер по их нейтрализации.

По мнению Н.И. Стриха и А.А. Фомина [11], в условиях усиления санкционных ограничений и структурной трансформации экономики вопросы кадровой безопасности приобретают приоритетное значение. Эффективное управление кадровой безопасностью выступает необходимым условием для развития конкурентоспособности российской экономики. Проведенный анализ позволил оценить влияние различных факторов на состояние кадровой безопасности и сформировать рекомендации по ее укреплению с учетом динамики внешней и внутренней среды. Обосновывается необходимость консолидации усилий государства, бизнеса и институтов гражданского общества для обеспечения кадровой безопасности.

И.В. Мешкова в работе [12] показала, что обеспечение кадровой безопасности представляет собой реализуемую органами публичной власти совокупность социально-экономических, организационных, правовых и информационных мер, направленных на нейтрализацию и преодоление внутренних и внешних угроз, связанных с человеческими ресурсами, интеллектуальным потенциалом и сферой трудовых отношений. Она являет-

ся ключевым фактором укрепления и обеспечения национальной безопасности в условиях современных вызовов и угроз.

В рамках исследования Н.Г. Гаджиева и С.А. Коноваленко [13] разработана система показателей и индикаторов кадровой безопасности государства с определением их пороговых значений. Прогнозная оценка состояния системы кадровой безопасности на основе макроэкономических данных позволила сделать выводы о наличии положительной динамики индекса производительности труда на фоне сохранения негативной тенденции роста неравенства доходов населения.

В статье М.Д. Пирожкова [14] проведен анализ структуры и динамики внедрения технологических инноваций в Российской Федерации. Особое внимание уделено исследованию взаимосвязимости между инновационной активностью и динамикой производительности труда. Учитывая критическую роль человеческого капитала в обеспечении технологического суверенитета, определена значимость кадровой безопасности для его формирования и укрепления экономической безопасности государства.

Исследование А.А. Камалова [15] ориентировано на комплексный анализ ключевых аспектов, определяющих состояние кадровой безопасности страны. Автором сформирован комплекс мероприятий, направленных на укрепление национального кадрового потенциала. Проведена оценка основных направлений в сферах образования, науки, производства и управления, а также выявлены угрозы, связанные с масштабной утечкой кадров, дефицитом квалифицированных специалистов и низкой результативностью системы их подготовки и переподготовки.

Представленный обзор содержит разработки ученых, посвященные отдельным аспектам кадровой безопасности. Большинство исследований посвящено анализу вопросов кадровой безопасности предприятий и организаций. Ряд научных работ раскрывает проблемы кадровой безопасности на уровнях регионов и страны в целом. Вместе с тем, следует отметить практическое отсутствие комплексных многоуровневых исследований кадровой безопасности, работ в области наноэкономики по индивидуальной кадровой безопасности и кадровой безопасности семьи, а также исследований глобальной кадровой безопасности на уровне общества.

Цель данной работы – раскрыть фундаментальное понятие кадровой безопасности на различных уровнях иерархии и в комплексном аспекте. На каждом из уровней будет дано авторское определение кадровой безопасности, идентифицированы риски и угрозы, а также представлены мероприятия по ее обеспечению. Кроме того, будет рассмотрены место и роль кадровой безопасности в составе национальной и экономической безопасности страны, а также в составе экономической безопасности регионов.

Многоуровневая система кадровой безопасности. В табл. 1 представлен авторский подход к многоуровневой системе кадровой безопасности. Перечислены уровни анализа кадровой безопасности, по каждому из

них дается авторское определение, приводятся основные вызовы и угрозы, а также ключевые направления обеспечения кадровой безопасности.

Таблица 1.

Многоуровневая система кадровой безопасности

№	Уровень КБ	Определение	Основные риски и угрозы	Направление обеспечения
1	Индивидуальная кадровая безопасность	Состояние защищенности профессиональных и экономических интересов личности от внутренних и внешних угроз, достигаемое за счет осознанного управления собственным человеческим капиталом и обеспечивающее устойчивую востребованность, профессиональную реализацию и социально-экономическую стабильность индивида в долгосрочной перспективе	Профессиональное устаревание, ухудшение здоровья, внезапная потеря работы, конкуренция со стороны новых кадров и технологий	Поддержание конкурентоспособности через обучение, развитие гибких навыков, формирование финансовой устойчивости и правовой грамотности
2	Кадровая безопасность семьи	Защищенность семьи от потери доходов и ухудшения качества жизни вследствие кадровых проблем ее членов, основанная на диверсификации рисков и общем планировании	Отраслевой кризис, длительная безработица, болезнь или инвалидность, низкая профессиональная мобильность и ограниченность адаптивных ресурсов семьи	Диверсификация профессиональных рисков, стратегия основного и резервного дохода, инвестиции в образование и здоровье всех членов семьи
3	Кадровая безопасность предприятия	Система организационных, правовых и профилактических мер, направленных на защиту интересов организации от рисков, связанных с действиями или бездействием персонала	Утечка конфиденциальной информации, хищение, мошенничество, низкая производительность, саботаж, уход ключевых специалистов	Комплексный подбор и проверка кандидатов, адаптация и обучение, система мотивации и лояльности, контроль и четкие процедуры увольнения

Окончание табл. 1

№	Уровень КБ	Определение	Основные риски и угрозы	Направление обеспечения
4	Кадровая безопасность отрасли	Система мер, направленных на обеспечение устойчивого развития отрасли за счет защиты и развития ее человеческого капитала и противодействия связанным с персоналом угрозам	Переход ключевых специалистов, утечка уникальных знаний и технологий, старение кадрового состава, внутренние инсайдерские риски	Тщательный отбор и постоянная проверка сотрудников, патриотическое и корпоративное воспитание, создание программ удержания, государственная поддержка профильного образования
5	Кадровая безопасность региона	Состояние защищенности социально-экономического развития территории от угроз, связанных с дефицитом, дисбалансом или качеством человеческих ресурсов	Отток молодежи и квалифицированных специалистов, дисбаланс спроса и предложения на рынке труда, демографический спад	Развитие человеческого капитала через образование, жилищные программы, создание комфортной среды и целевое привлечение кадров
6	Кадровая безопасность страны	Состояние защищенности национальных интересов и устойчивости экономики от угроз, связанных с количеством, качеством и динамикой человеческого капитала государства	Демографический кризис и старение населения, структурные диспропорции на рынке труда, утечка интеллектуального капитала за рубеж, зависимость от низкоквалифицированной миграции	Проведение активной демографической политики, реформа образования и науки, стимулирование закрепления кадров, стратегическое прогнозирование потребностей
7	Кадровая безопасность в планетарном масштабе	Концепция обеспечения устойчивости и развития человеческого капитала Земли как единой системы перед лицом глобальных вызовов	Демографический раскол между регионами, гиперконцентрация талантов, глобальный образовательный разрыв, массовая замена труда роботами и ИИ	Развитие глобальных образовательных инициатив, создание международных соглашений по миграции, формирование этических принципов конкуренции за таланты

Источник: составлено авторами.

При рассмотрении вопросов кадровой безопасности в многоуровневом контексте возникают эффекты наличия или отсутствия взаимодействия между уровнями. Если взаимодействие отсутствует, системы кадровой безопасности функционируют автономно и независимо друг от друга. Такая ситуация может возникать в несвязанных отраслях – например, в медицине и в металлургии, где взаимопроникновение специалистов маловероятно.

Случаи положительной синергии могут иметь место, если человек успешно проходит различные уровни иерархии, обеспечивая собственную кадровую безопасность, кадровую безопасность семьи, предприятия или организации, отрасли, региона, страны.

Отрицательная синергия наблюдается при наличии конкуренции между различными экономическими системами (чаще всего, находящимися на одинаковых уровнях иерархии). Это приводит к негативным эффектам «запирания», когда кадровая безопасность одной экономической системы вступает в противоречие с кадровой безопасностью другой. На уровне семьи – это разводы и создание новой семьи; на уровне предприятий одной отрасли – конкурентная борьба за кадры; на уровне отраслей – использование конкурентных преимуществ при межотраслевой борьбе за качество человеческого капитала; на уровне регионов – борьба за кадры, сопровождающаяся внутренней миграцией и ростом дифференциации субъектов РФ; на межстрановом уровне – «кадровые войны», которые характеризуются негативными эффектами внешней миграции (массовый наплыв неквалифицированных мигрантов, с одной стороны, и «утечка мозгов» – с другой).

Роль кадровой безопасности в обеспечении национальной и экономической безопасности страны и региона. На рис. 1 представлена схема, отражающая роль кадровой безопасности в составе национальной и экономической безопасности страны.

Влияние кадровой безопасности на национальную и экономическую безопасность трудно переоценить. К числу глобальных проблем можно отнести двойственное влияние искусственного интеллекта (ИИ). С одной стороны, ИИ усиливает КБ за счет автоматизации рутинных процессов, снижения влияния человеческого фактора в подборе персонала, с другой – создает новые угрозы, включая устаревание компетенций сотрудников, киберриски обработки персональных данных, а также этические проблемы замещения человека машиной.

Среди первоочередных угроз – снижение устойчивости рынка труда в условиях роста дефицита трудовых ресурсов. Дефицит кадров в ряде специальностей выступает ключевым дестабилизирующим фактором современного рынка труда: острая нехватка представителей рабочих и инженерных профессий, IT-специалистов, врачей и педагогов на фоне струк-

турного дисбаланса системы образования и демографической ямы ведет к каскадному росту нагрузки на существующий персонал, его профессиональному выгоранию. Это вынуждает работодателей конкурировать за человеческий капитал не столько через повышение производительности труда, сколько через прямое переманивание, создавая иллюзию занятости при фактическом оголении критически важных производственных и социальных функций.



Рис. 1. Кадровая безопасность в составе экономической и национальной безопасности

Решение перечисленных выше и ряда других проблем кадровой безопасности, в свою очередь, приведет к укреплению как экономической, так и национальной безопасности страны.

Аналогичная ситуация имеет место и на уровне субъектов РФ (рис. 2). Обеспечение кадровой безопасности выступает ключевым механизмом экономической безопасности региона, поскольку именно состояние человеческого капитала и способность региональной системы противостоять угрозам (отток квалифицированных кадров, дисбаланс рынка труда, демографические проблемы) напрямую определяют возможности устойчивого развития и экономического роста территории.



Рис. 2. Кадровая безопасность в составе экономической безопасности региона

Заключение. Многоуровневый подход к обеспечению кадровой безопасности представляет собой иерархическую систему, где каждый уровень выполняет специфические функции, а их взаимодействие носит характер вертикальной и горизонтальной интеграции. Особенность взаимодействия – двунаправленность связей: стратегии, разработанные на национальном уровне, детализируются и реализуются на региональном и отраслевом уровнях, однако импульсы к изменениям часто возникают на уровне предприятий и индивидуумов (например, запрос на новые профессии).

При согласовании целей всех уровней могут возникать синергетические эффекты. Например, государственная программа подготовки инженеров усиливается региональными мерами поддержки молодых специалистов и отраслевыми стажировками, что на выходе дает не просто сумму обученных кадров, а качественное восполнение потребностей экономики с минимизацией временных и финансовых издержек. Другой пример – формирование «подушек безопасности», когда проблемы на одном уровне (например, демографическая яма в стране) компенсируются адаптивными механизмами на других (повышение производительности труда на предприятиях, привлечение мигрантов в регионы).

Однако в многоуровневой системе кадровой безопасности неизбежно возникают эффекты запираания (отрицательная синергия), когда согласование интересов не просто снижает эффективность, а порождает новые, более сложные угрозы. Например, предприятие (микроуровень) в целях экономии отказывается инвестировать в обучение персонала, регион (мезоуровень) не имеет средств на создание инфраструктуры для закрепления кадров, а страна (макроуровень) проводит жесткую миграционную политику без учета дефицита на локальных рынках труда. В результате

формируется «институциональная ловушка»: отток молодежи из регионов ускоряется, качество человеческого капитала падает, а издержки на импорт готовых специалистов растут.

© Митяков С.Н., Колоскова Е.М., 2026

Поступила в редакцию 02.02.2026

Принята к публикации 13.02.2026

Библиографический список

- [1] Морозова А.М., Лысенко А.О. Кадровая безопасность в системе обеспечения экономической безопасности предприятия // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 3. С. 213-216.
- [2] Кадровая безопасность предприятия: подходы, диагностика, направления совершенствования / В.А. Фурсов, Н.В. Лазарева, Е.Н. Куш, К.Г. Аветова // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 4-2. С. 270-276.
- [3] Ткачева М.В., Береснев Н.Р. Универсальный алгоритм по созданию и применению индивидуальных моделей оценки и определения уровня кадровой безопасности организаций // Современная экономика: проблемы и решения. 2025. № 4. С. 77-92.
- [4] Ильченко С.В., Алакоз С.Н., Садыхова Э.Н. Кадровая безопасность как инструмент обеспечения экономической безопасности организации // Бизнес и дизайн ревю. 2024. № 3 (35). С. 24-33.
- [5] Карпушова С.Е., Секачева Т.В., Щукина Н.В. Теоретические аспекты управления кадровой безопасностью предпринимательского субъекта // Управленческий учет. 2025. № 10. С. 107-115.
- [6] Механизмы повышения кадровой безопасности в регионе / С.Н. Калюгина, И.П. Савченко, О.А. Мухорьянова, Е.И. Кривокора // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2016. № 6 (27). С. 57-63.
- [7] Кадровая безопасность как один из ключевых факторов экономической безопасности региона / С.Н. Митяков, М.В. Ширяев, Н.Н. Яковлева, Ц. Чжао // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород: НГТУ. 2014. С. 216-221.
- [8] Каранина Е.В., Карзаева Н.Н. Риски кадровой безопасности региона и направления их нивелирования в сфере образовательной деятельности // Проблемы анализа риска. 2024. Т. 21. № 1. С. 24-32.
- [9] Национальная кадровая безопасность / А.А. Камалов, Н.Ю. Трясцина, Л.И. Хорунжий, Т.Н. Гупалова, В.В. Рахаева // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. № 9 (127). С. 43-47.
- [10] Волкова Т.А., Серебрякова Н.А., Волкова С.А. Кадровая безопасность государства // Регион: системы, экономика, управление. 2024. № 2 (65). С. 136-143.
- [11] Стрих Н.И., Фомин А.А. Проблемы и подходы к управлению кадровой безопасностью в современных условиях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2024. Т. 12. № 1. С. 120-132.
- [12] Мешкова И.В. Кадровая безопасность в системе национальной безопасности России // Миссия конфессий. 2021. Т. 10. № 8 (57). С. 907-913.

- [13] Гаджиев Н.Г., Коноваленко С.А. Угрозы и вызовы кадровой безопасности в системе обеспечения экономической безопасности государства // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 3: Общественные науки. 2021. Т. 36. № 2. С. 7-19.
- [14] Пирожков М.Д. Роль кадровой безопасности в становлении технологического суверенитета и укреплении экономической безопасности региона // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2025. № 9 (251). С. 79-90.
- [15] Камалов А.А. Национальная кадровая безопасность // Экономика и бизнес: теория и практика. 2025. № 9 (127). С. 43-47.

S.N. Mityakov, E.M. Koloskova

PERSONNEL SECURITY: A MULTI-LEVEL APPROACH

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article presents a comprehensive study of the phenomenon of personnel security, which has become particularly relevant today. It provides an overview of research on personnel security issues at various hierarchical levels. It is shown that most studies are devoted to analyzing personnel security issues at enterprises and organizations. A number of scientific papers address personnel security issues at the regional and national levels. However, it is noted that there is a virtual absence of research on personnel security at the individual, family, or industry levels. This article attempts to comprehensively analyze personnel security at various hierarchical levels (individual, family, enterprise or organization, economic sector, region, country, and globally) and from a holistic perspective. At each level, the author provides a definition of personnel security, identifies risks and threats, and presents measures to ensure it. The place and role of personnel security within the national and economic security of the country, as well as within the economic security of regions, are defined. The effects of reinforcement (positive synergy) and inhibition (negative synergy) are revealed when considering personnel security issues in a multi-level context.

Keywords: personnel security, hierarchical levels, synergistic effect, risks and threats, ensuring measures, reinforcement and inhibition effects.

References

- [1] Morozova, A. M., Lysenko, A. O. (2018). Personnel Security in the Enterprise Economic Security System. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. No. 3, pp. 213-216. (In Russ.).
- [2] Fursov, V. A., Lazareva, N. V., Kushch, E. N., Avetova, K. G. (2020). [Enterprise Radar Security: Approaches, Diagnostics, and Areas of Improvement]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava* [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]. No. 4-2, pp. 270-276. (In Russ.).

-
- [3] Tkacheva, M. V., Beresnev, N. R. (2025). [Universal Algorithm for the Creation and Application of Individual Models for Assessing and Determining the Level of Personnel Security in Organizations]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Modern Economy: Problems and Solutions]. No. 4, pp. 77-92. (In Russ.).
- [4] Ilchenko, S. V., Alakoz, S. N., Sadykhova, E. N. (2024). [Personnel security as a tool for ensuring the economic security of an organization]. *Biznes i dizain revyu* [Business and Design Review]. No. 3 (35), pp. 24-33. (In Russ.).
- [5] Karpushova, S. E., Sekacheva, T. V., Shchukina, N. V. (2025). [Theoretical aspects of managing personnel security of an entrepreneurial entity]. *Upravlencheskii uchet* [Management Accounting]. No. 10, pp. 107-115. (In Russ.).
- [6] Kalyugina, S. N., Savchenko, I. P., Mukhoryanova, O. A., Krivokora, E. I. (2016). [Mechanisms for improving personnel security in the region]. *Upravlenie personalom i intellektual'nymi resursami v Rossii* [Personnel and Intellectual Resources Management in Russia]. Vol. 5, No. 6 (27), pp. 57-63. (In Russ.).
- [7] Mityakov, S. N., Shiryaev, M. V., Yakovleva, N. N., Zhao, Q. (2014). [Personnel Security as One of the Key Factors of a Region's Economic Security]. *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: problemy i perspektivy: materialy II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [In: Economic Security of Russia: Problems and Prospects: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference]. Nizhny Novgorod: NSTU n. a. R. E. Alekseev, pp. 216-221. (In Russ.).
- [8] Karanina, E. V., Karzaeva, N. N. (2024). [Risks of a Region's Personnel Security and Directions for Their Mitigation in the Sphere of Educational Activities]. *Problemy analiza riska* [Problems of Risk Analysis]. Vol. 21, No. 1, pp. 24-32. (In Russ.).
- [9] Kamalov, A. A., Tryascina, N. Yu., Khorunzhiy, L. I., Gupalova, T. N., Rakhaeva, V. V. (2025). [National personnel security]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and Business: Theory and Practice]. No. 9 (127), pp. 43-47. (In Russ.).
- [10] Volkova, T. A., Serebryakova, N. A., Volkova, S. A. (2024). [Personnel security of the state]. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie* [Region: Systems, Economy, Management]. No. 2 (65), pp. 136-143. (In Russ.).
- [11] Strikh, N. I., Fomin, A. A. (2024). [Problems and approaches to personnel security management in modern conditions]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Current Areas of Scientific Research in the 21st Century: Theory and Practice]. Vol. 12, No. 1, pp. 120-132. (In Russ.).
- [12] Meshkova, I. V. (2021). [Personnel security in the national security system of Russia]. *Missiya konfessii* [Mission of Confessions]. Vol. 10, No. 8 (57), pp. 907-913. (In Russ.).
- [13] Gadzhiev, N. G., Konovalenko, S. A. (2021). [Threats and Challenges to Personnel Security in the System of Ensuring State Economic Security]. *Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Obshchestvennye nauki* [Bulletin of Dagestan State University. Series 3: Social Sciences]. Vol. 36, No. 2, pp. 7-19. (In Russ.).
- [14] Pirozhkov, M. D. (2025). [The Role of Personnel Security in the Formation of Technological Sovereignty and Strengthening the Economic Security of a Region]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of Samara State University of Economics]. No. 9(251), pp. 79-90. (In Russ.).
- [15] Kamalov, A. A. (2025). [National Personnel Security]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economy and Business: Theory and Practice]. No. 9(127), pp. 43-47. (In Russ.).

Е.С. Митяков, С.П. Луцкан

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

МИРЭА – Российский технологический университет
Москва, Россия

Выявлена проблема управленческой инертности традиционных систем мониторинга экономической безопасности предприятия. Обосновано, что в условиях высокой динамичности и неопределенности цифровой среды статичность параметров оценки экономической безопасности, фиксируемых на длительный период, приводит к критическому запаздыванию реакции на возникающие угрозы. Предложены методика и архитектура гибридной адаптивной системы показателей, использующей интегральный индекс экономической безопасности предприятия в качестве управляющего сигнала. Научный вклад исследования заключается в разработке двухуровневой модели, разделяющей управление параметрами мониторинга на стратегический контур (экспертное определение приоритетов и допустимых диапазонов параметров с учетом предложенной системы) и тактический контур (автоматическая калибровка в реальном времени в пределах экспертно установленных ограничений). Представлена математическая формализация механизмов адаптации: гибридного динамического взвешивания (сочетание экспертно заданных базовых весов и их автоматизированной корректировки в пределах допустимых диапазонов), адаптации пороговых значений и калибровки через ретроспективное тестирование. Проведено численное моделирование на синтетических данных, которое подтвердило способность системы работать в режиме «автопилота» при возникновении тактических угроз: она временно фокусируется на проблеме, а после ее устранения самостоятельно возвращается к базовым настройкам.

Ключевые слова: экономическая безопасность; мониторинг; гибридная система мониторинга; адаптивная система показателей; управленческая инертность; интегральный индекс экономической безопасности; стратегический контур; тактический контур.

Введение. В современной экономической науке обеспечение экономической безопасности (ЭБ) предприятия традиционно рассматривается через призму ресурсно-функционального подхода как состояние защищенности его жизненно важных интересов и ресурсного потенциала от внутренних и внешних угроз, обеспечивающее устойчивость функционирования и развитие предприятия [1, 2]. Однако в условиях перманентной мак-

роэкономической нестабильности и ускоряющейся цифровизации проблема эффективного мониторинга этого состояния приобретает принципиально новое звучание [3]. Цифровая среда не только порождает новые виды экономических рисков, но и трансформирует сам характер их проявления: скорость реализации угроз возрастает на порядки, что снижает ценность традиционной ретроспективной отчетности [4, 5]. Данные о финансовом и операционном состоянии предприятия нередко устаревают еще до того, как попадают в аналитические контуры управления. Это приводит к функциональному разрыву: системы мониторинга, эффективные в условиях стабильности, оказываются несостоятельными перед лицом высокочастотных угроз, требующих реакции в режиме, приближенном к реальному времени [6, 7].

Научные исследования в данной области прошли значительный эволюционный путь. От анализа отдельных показателей исследователи перешли к построению архитектуры сбалансированных систем и интегральных индексов, агрегирующих данные из различных функциональных сфер. В ряде работ были заложены концептуальные основы для адаптивных подходов к их расчету [8]. В рамках развития данного направления автором ранее были разработаны собственная интеграционная модель оценки [9] и методика расчета интегрального индекса экономической безопасности (ИИЭБ), базирующаяся на гибридной архитектуре сбора данных [10]. Данные исследования позволили сформировать диагностический базис системы мониторинга экономической безопасности предприятия и продемонстрировали потенциал интеграции гетерогенных источников данных [11].

Вместе с тем, практическая реализация накопленного теоретического потенциала сталкивается с проблемой управленческой инертности. В настоящее время роль эксперта остается ключевой, при этом его участие ограничено достаточно редкими сессиями пересмотра настроек, тогда как сами риски формируются и эволюционируют существенно быстрее. Перекалибровка моделей осуществляется в режиме «ручного управления» и требует значительных временных затрат. В условиях, когда значимость индикатора (например, технологического риска) может кардинально измениться в течение нескольких дней под влиянием внешнего шока, возникает критический разрыв между динамикой генерации цифровых рисков и скоростью адаптации системы мониторинга [4].

Целью настоящего исследования является разрешение данного противоречия через разработку методики и архитектуры гибридной адаптивной системы показателей (АСП). В отличие от существующих подходов, предлагаемая концепция предполагает создание двухуровневой модели управления, разделяющей контур мониторинга на стратегический (экспертное определение приоритетов) и тактический (автоматическая калибровка в реальном времени) [12]. Для достижения поставленной цели в работе последовательно решается ряд взаимосвязанных задач: формулиру-

ются принципы построения системы мониторинга с учетом трансформации угроз экономической безопасности предприятия; проводится математическая формализация механизмов двухуровневой адаптации; выполняется сравнительный анализ предложенного подхода с альтернативными моделями; осуществляется имитационное моделирование работы алгоритмов и демонстрация применимости методики на макроэкономических (данные Росстата по отрасли ИКТ [5]) и микроэкономических (открытая отчетность ПАО «ВК» [13]) данных, интерпретированных в качестве прокси-индикаторов.

Анализ существующих подходов к мониторингу экономической безопасности: от статике к гибридной адаптивности. Эволюция инструментария мониторинга ЭБ неразрывно связана с изменением ландшафта угроз, влияющих на устойчивость и развитие предприятия, а также на состояние его финансовой, информационной и технико-технологической составляющих [1, 2]. В условиях цифровой экономики, характеризующейся высокой волатильностью рынков, появлением киберрисков и сокращением жизненных циклов бизнес-процессов, требования к системам мониторинга трансформируются [3, 4]. Анализ отечественной и зарубежной литературы, а также практики корпоративного управления, позволяет выделить три основных эволюционных этапа развития систем мониторинга, каждый из которых обладает специфическими достоинствами и ограничениями [8, 14].

Исторически первым и наиболее распространенным подходом является использование фиксированных наборов индикаторов с нормативно заданными пороговыми значениями [15]. Данный подход, базирующийся на традиционном финансовом анализе (модели банкротства Э. Альтмана, Р. Таффлера и др.) и нормативных требованиях регуляторов, предполагает сравнение текущих показателей предприятия с жестко заданными константами (например, коэффициент текущей ликвидности больше 2) [16].

Среди достоинств данного подхода выделяются простота интерпретации, методологическая прозрачность, возможность межотраслевого сравнения. Ключевым ограничением является ретроспективный характер анализа. Финансовая отчетность фиксирует уже реализовавшиеся риски, не позволяя идентифицировать угрозу на стадии зарождения [17]. Кроме того, статические пороги не учитывают индивидуальную специфику предприятия и фазу экономического цикла. Следует отметить, что в контексте экономической безопасности подобные модели обеспечивают преимущественно диагностику финансовой составляющей экономической безопасности предприятия, оставляя за рамками репутационные, технологические и информационные риски [18].

В современной российской экономической науке активно развивается направление, признающее необходимость адаптации параметров мониторинга. В работах ряда исследователей обоснована необходимость перио-

дического пересмотра весовых коэффициентов индикаторов и пороговых значений в зависимости от внешних условий [8]. Данный подход можно охарактеризовать как экспертно-адаптивный. Адаптация здесь происходит дискретно: экспертная группа (например, комитет по рискам) собирается с определенной периодичностью (квартал, год), анализирует макроэкономическую ситуацию и директивно меняет настройки модели.

Наряду с высоким качеством семантического анализа при использовании научного подхода, отмечается также возможность учета неформализуемых факторов и стратегическая глубина оценки. Главным уязвимым местом является управленческая инертность. Временной лаг между изменением профиля угроз (например, введением санкций или началом кибератаки) и моментом пересмотра параметров экспертами может составлять месяцы. В условиях цифровизации, когда ущерб может быть нанесен за часы, такая латентность становится критической [14].

На корпоративном уровне крупный бизнес внедряет автоматизированные системы класса GRC (Governance, Risk, and Compliance, системы управления рисками в сфере соблюдения нормативных требований) – решения от SAP, Oracle, IBM [19]. Данные системы реализуют непрерывный мониторинг индикаторов на основе заданных правил. Таким образом, достигается высокая степень автоматизации, реализуется возможность работы с большими данными и обеспечивается интеграция с бизнес-процессами.

При этом внедрение указанных систем сопряжено с высокой стоимостью развертывания и обслуживания. Также актуальной является и т.н. проблема «черного ящика». Алгоритмы проприетарных систем часто закрыты для пользователя, а логика настройки правил и порогов ограничена рамками встроенных конфигураций, что затрудняет учет специфики отдельных предприятий и быстро меняющихся угроз [19]. Кроме того, большинство промышленных GRC-решений ориентированы на комплаенс и регуляторные требования и лишь косвенно затрагивают комплексную экономическую безопасность предприятия [14].

Обоснование необходимости гибридного подхода. Проведенный анализ показывает, что ни один из существующих подходов не решает задачу эффективного мониторинга в условиях высокой неопределенности в полной мере [3, 10]. Наблюдается поляризация методов: либо «медленная» экспертная оценка, либо «быстрая», но часто поверхностная или ригидная автоматизация. Решение проблемы видится в конвергенции подходов – создании гибридной АСП.

Суть предлагаемого подхода заключается в разделении контура управления на два уровня.

1. *Стратегический уровень* (экспертный): задает вектор мониторинга. Эксперты определяют структуру интегрального индекса, базовые прио-

ритеты (веса) и, что критически важно, устанавливают границы допустимой адаптации для автоматизированных механизмов.

2. *Тактический уровень* (автоматизированный): обеспечивает оперативную подстройку. Алгоритмы анализируют поток данных в режиме, приближенном к реальному времени, уточняют пороговые зоны и формируют предложения по корректировке весов внутри границ, заранее заданных экспертами [12].

В табл. 1 дан анализ подходов к построению систем мониторинга экономической безопасности.

Таблица 1.

Сравнительный анализ подходов к построению систем мониторинга экономической безопасности

Критерий сравнения	Статическая индикаторная система	Экспертно-адаптивная система	Коммерческие GRC-платформы	Предлагаемая гибридная АСП
Основной принцип	Сравнение факт/план с фиксированными нормативами	Периодический пересмотр параметров экспертной группой	Непрерывный мониторинг на основе жестких правил	Двухуровневое управление: стратегическая верификация + тактическая автокалибровка
Роль эксперта	Определяет нормативы единожды на этапе создания	Периодически (дискретно) актуализирует веса и пороги	Пользователь системы (получает отчеты), настройка требует высокой квалификации персонала	Архитектор системы: задает базовые приоритеты и границы допустимой адаптации [8]
Механизм адаптации	Отсутствует (параметры статичны)	Дискретный, реактивный (по факту осознания изменений)	Параметрический (требует ручного переписывания правил)	Непрерывный, превентивный: корректировка на основе анализа динамики индикаторов [12]
Скорость реакции	Низкая (по факту выхода отчетности)	Средняя (зависит от частоты заседаний комитета)	Высокая (на известные типы угроз)	Высокая (режим, приближенный к реальному времени) [5]
Ключевое ограничение	«Эффект зеркала заднего вида»	Субъективизм и высокая инертность	Высокая стоимость, сложность адаптации	Зависимость от качества данных и цифровой зрелости [19]

Источник: составлено авторами.

Как следует из таблицы, предлагаемая гибридная АСП заполняет пространство между академическими экспертными моделями (глубокими, но медленными) и техническими средствами мониторинга (быстрыми, но шаблонными) [3, 8, 14]. Она позволяет сохранить экономический смысл оценки, обеспечиваемый экспертами, придав ему необходимую в цифровой среде динамичность.

Архитектура и алгоритм функционирования гибридной адаптивной системы показателей. Переход от статичных систем мониторинга к адаптивным требует разработки новой концептуальной основы, способной преодолеть ограничения управленческой инертности при сохранении экономического смысла оценки [1, 2]. Предлагаемая гибридная АСП представляет собой не просто набор индикаторов, а динамическую саморегулируемую среду, функционирующую как контур проактивного управления с обратной связью. В отличие от традиционных подходов, где параметры системы меняются дискретно и вручную, АСП способна в автоматизированном режиме корректировать чувствительность инструментов мониторинга, оставаясь в границах, заранее очерченных экспертами на стратегическом уровне [8, 12].

Центральным элементом, запускающим механизмы адаптации, выступает ИИЭБ предприятия. Отклонение данного индекса, а также составляющих его частных индикаторов, от динамических пороговых значений служит ключевым управляющим сигналом, инициирующим перекалибровку системы [5]. Методический подход к формированию индекса развивает положения ресурсно-функциональной теории экономической безопасности [1, 2], согласно которой уровень защищенности предприятия определяется состоянием его ключевых ресурсов и функциональных подсистем, каждая из которых в цифровой среде подвергается специфическим рискам.

Агрегирование разнородных сигналов в единый показатель осуществляется посредством аддитивной свертки динамических параметров:

$$I_{EBS} = \alpha \cdot FRA + \beta \cdot RRI + \gamma \cdot TRI$$

где FRA (Financial Risk Assessment) – индикатор финансовой устойчивости; RRI (Reputational Risk Index) – индикатор репутационно-информационной безопасности; TRI (Technological Risk Indicator) – индикатор технико-технологической устойчивости.

FRA интерпретируется как финансовая составляющая экономической безопасности предприятия. В отличие от классических моделей, опирающихся только на статические коэффициенты (ликвидности, рентабельности, долговой нагрузки), в АСП данный индикатор формируется на основе анализа временных рядов ключевых финансовых показателей [16]. Первичным шагом выступает расчет нормированных коэффициентов, привязанных к пороговым значениям, рекомендованным в теории финансового анализа и нормативных документах. Далее реализуется модуль выявления

статистических аномалий, который позволяет фиксировать отклонения траектории денежных потоков от исторически сложившейся «нормы» еще до возникновения формального кассового разрыва [20].

RRI отражает информационно-репутационную составляющую экономической безопасности и служит прокси-метрикой состояния нематериальных активов предприятия [17]. В цифровой среде информационные атаки и негативные информационные кампании нередко предшествуют ухудшению финансовых показателей, росту стоимости заимствований и потере ключевых клиентов [4]. В гибридной модели RRI формируется на основе агрегированного анализа тональности информационного поля (новостные публикации, публичные сообщения в соцмедиа и др.) в сочетании с экспертной оценкой значимости отдельных событий (например, крупных судебных дел или резонансных утечек данных) [5]. На этапе обработки текста выполняются очистка и нормализация, устранение дублей, фильтрация по релевантности объекту мониторинга (организация/бренд), после чего тональность/негативность сообщения оценивается нейросетевой моделью класса BERT, адаптированной для русского языка (RuBERT) и дообученной на задаче классификации тональности. Далее значение RRI агрегируется по скользящему окну как функция доли негативных сообщений, интенсивности упоминаний и веса источника/охвата, что позволяет переводить неструктурированный текстовый поток в числовой временной ряд, пригодный для последующего взвешивания и сравнения с пороговыми зонами [20].

TRI соответствует технико-технологической составляющей экономической безопасности. Он характеризует способность предприятия поддерживать непрерывность основных процессов в условиях киберугроз и технологических сбоев. Индикатор агрегирует данные о частоте и длительности простоев критически важных систем, количестве значимых киберинцидентов, уровне зависимости от импортных компонентов и уязвимости производственной инфраструктуры [5, 18]. Для повышения чувствительности используется предиктивный анализ исторических данных о сбоях и инцидентах [21].

Параметры α , β , γ являются адаптивными весовыми коэффициентами, которые в гибридной модели определяются комбинированным методом. На стратегическом уровне базовые веса (α_{base} , β_{base} , γ_{base}) задаются экспертами с применением метода анализа иерархий (МАИ, Т. Саати) [16] либо других процедур согласования мнений, что обеспечивает согласование структуры индекса с приоритетами предприятия и логикой классической теории экономической безопасности [1, 2]. На тактическом уровне система анализирует динамику частных индикаторов (устойчивость тренда, частоту выходов за пороговые значения, масштаб отклонений) и в автоматизированном режиме предлагает корректировки весов в рамках заранее установ-

ленных допустимых интервалов (например, $\pm 20\%$ от базовых значений) [8]. Архитектурно предлагаемая система является аналитической надстройкой над гибридной моделью сбора данных и реализует принцип непрерывного совершенствования, известный в теории менеджмента как цикл Шухарта–Деминга (PDCA – Планирование, Действие, Контроль, Корректировка) [12]. Адаптация данного классического управленческого цикла к задачам риск-менеджмента позволяет структурировать процесс мониторинга в виде четырех взаимосвязанных функциональных контуров, концептуально приведенных на рис. 1.

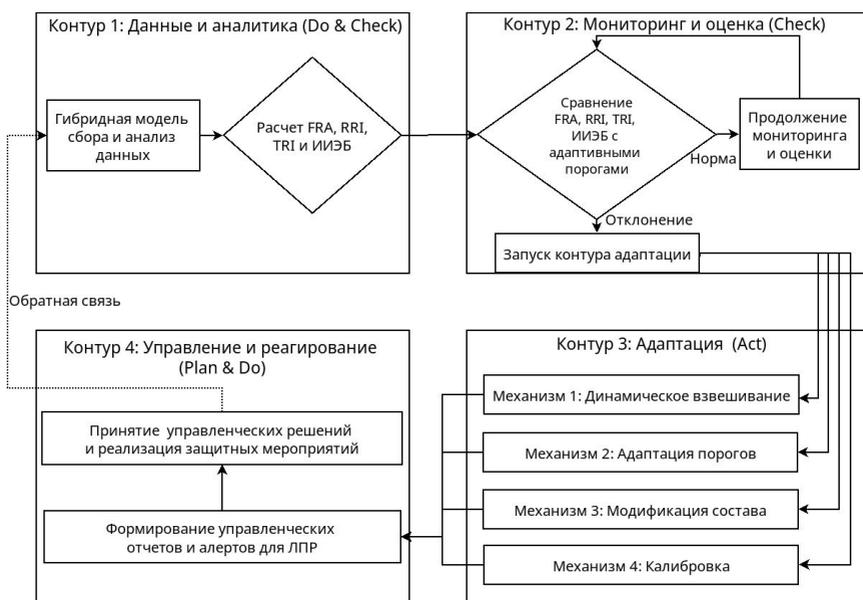


Рис 1. Архитектура и контуры функционирования адаптивной системы показателей

Источник: составлено авторами.

Функционирование системы начинается в контуре «Данные и аналитика» (этап Do), который выступает информационным фундаментом всей архитектуры. На данном этапе обеспечивается непрерывный сбор данных из гетерогенных источников: внутренних информационных систем предприятия (ERP – планирование ресурсов предприятия), CRM – управление взаимоотношениями с клиентами), системы мониторинга ИТ-инфраструктуры [21]), а также внешних источников (официальная статистика, отраслевые обзоры, медиапространство). Здесь же реализуется первичный расчет частных индикаторов FRA, RRI, TRI с заданной периодич-

ностью (день, неделя, квартал), определяемой спецификой предприятия и доступностью данных [10].

Полученные значения передаются во второй контур «Мониторинг и оценка» (этап Check), выполняющий функцию основного сенсора системы. В этом контуре осуществляется непрерывное сопоставление текущих значений ИИЭБ и частных индикаторов с динамическими пороговыми зонами, классифицируемыми как «зеленая», «желтая» и «красная» [8]. Пороговые значения формируются не как фиксированные константы, а как статистически обоснованные «коридоры нормы», определяемые на основе скользящего среднего и стандартного отклонения каждого индикатора с учетом заданного коэффициента толерантности к риску [20]. Важной особенностью архитектуры является параллельный мониторинг как обобщенного индекса, так и отдельных составляющих, что предотвращает «эффект усреднения», когда критический рост одного рискованного фактора может быть замаскирован стабильностью других.

При устойчивом нахождении показателей в зоне «нормы» система функционирует в штатном режиме. При переходе ИИЭБ или частных индикаторов в «желтую» или «красную» зоны активируется третий контур «Адаптация» (этап Act), представляющий собой интеллектуальное ядро системы. Ключевое преимущество гибридного подхода – двухуровневое регулирование параметров мониторинга.

1. **Тактический уровень:** алгоритмы, опираясь на анализ динамики и статистических характеристик индикаторов (усиление волатильности, увеличение частоты выходов за пороги, накопление аномалий), автоматически уточняют границы пороговых значений и формируют предложения по корректировке весовых коэффициентов в пределах допустимых интервалов.

2. **Стратегический уровень:** в случае выявления структурных сдвигов (изменение бизнес-модели, появление новых типов угроз, пересмотр нормативной базы), инициируется экспертная верификация настроек системы.

Замыкающий четвертый контур «Управление и реагирование» (этап Plan/Do) транслирует результаты работы системы в формат управленческих решений для лиц, принимающих решения [12]. На данном этапе формируются аналитические отчеты, визуализации и сигналы (алерты), ранжированные по уровню критичности и привязанные к конкретным областям ответственности (финансы, ИТ, служба безопасности, PR). Принятые управленческие меры по минимизации рисков изменяют состояние защищаемого объекта, что фиксируется на новом витке цикла сбора и анализа данных. Таким образом, замыкается контур обратной связи, а система со временем накапливает «опыт», повышая точность и прогностическую ценность мониторинга.

Математическая формализация механизмов адаптации параметров мониторинга. Реализация тактического контура управления в рамках предложенной архитектуры требует разработки формализованного математического аппарата, позволяющего алгоритмизировать процессы принятия решений о корректировке параметров системы. В отличие от «черного ящика» нейросетевых моделей или коммерческих GRC-систем, предлагаемый подход базируется на методах статистического анализа временных рядов, что обеспечивает интерпретируемость результатов и возможность верификации логики адаптации со стороны экспертного сообщества [20].

Ключевыми элементами математической модели выступают алгоритм гибридного динамического взвешивания и методика расчета адаптивных пороговых значений [8].

Алгоритм гибридного динамического взвешивания. Фундаментальная проблема статистических моделей заключается в фиксации значимости индикаторов ($w_i = const$) без учета текущей фазы жизненного цикла угрозы [15]. Для устранения данного недостатка разработан алгоритм, корректирующий экспертные веса пропорционально росту неопределенности (волатильности) фактора, но строго в пределах допустимого коридора варьирования.

Расчет динамического веса i -го индикатора в момент времени t осуществляется в три этапа.

На первом этапе вычисляется коэффициент тактической коррекции $K_{adj,i,t}$, отражающий отклонение текущей волатильности индикатора от его нормального (исторического) уровня. В качестве меры волатильности используется стандартное отклонение $\sigma_{i,t}$, рассчитанное в скользящем окне шириной N периодов с исключением единичных выбросов, не подтвержденных в последующих наблюдениях (фильтрация «шумовых» всплесков) [20]:

$$K_{adj,i,t} = 1 + \lambda \cdot (\sigma_{i,t} - \sigma_{i,med}) / \sigma_{i,med}$$

где $\sigma_{i,t}$ – текущее стандартное отклонение i -го индикатора; $\sigma_{i,med}$ – медианное значение стандартного отклонения (характеристика «спокойного» состояния системы); λ – коэффициент чувствительности модели (параметр адаптивности), определяющий скорость реакции системы на рост дисперсии данных [5].

Параметр $\sigma_{i,med}$ вычисляется как медиана скользящего стандартного отклонения на базовом историческом периоде $T_{base} = 252$ дня (один финансовый год).

Значение λ задается экспертно на стратегическом уровне. Диапазон $0,1 \leq \lambda \leq 0,5$ выбран как компромисс между чувствительностью и устойчивостью. Таким образом, корректирующий коэффициент реагирует не на слу-

чайные одиночные всплески, а на устойчивое отклонение дисперсии индикатора от его «спокойного» состояния.

На втором этапе производится предварительный расчет скорректированного веса $\tilde{w}_{i,t}$

$$\tilde{w}_{i,t} = w_{base,i} \cdot K_{adj,i,t}$$

На третьем этапе реализуется ключевой принцип гибридного управления – наложение ограничений. Полученный вес не должен выходить за пределы доверительного интервала, установленного экспертами:

$$w_{i,t} = clamp(\tilde{w}_{i,t}, w_{base,i} \cdot (1-\Delta), w_{base,i} \cdot (1+\Delta))$$

где Δ – параметр допустимой глубины адаптации (например, $\Delta=0,2$), соответствующий коридору изменения весов $\pm 20\%$ от базовых значений. Финальные веса $w_{i,t}$ нормируются так, чтобы их сумма равнялась единице.

Для повышения интерпретируемости механизма динамического взвешивания дополнительно применяется контур объяснения, который проверяет, согласуется ли рост/снижение весов $w_{i,t}$ с фактическим вкладом частных индикаторов FRA, RRI, TRI в ухудшение ИИЭБ. В качестве базового инструмента используются интерпретируемые модели (ансамбли деревьев решений), позволяющие оценить важность признаков (feature importance) и получить локальные объяснения (например, SHAP) для конкретного момента времени t . Результаты данного контура не подменяют формулу, а используются как механизм контроля качества и как основание для управленческого комментария: «почему система усилила репутационный/технологический/финансовый блок» [20, 21].

Методика расчета адаптивных пороговых значений. Для перехода от дискретных нормативных констант к динамическим зонам контроля применяется вероятностный подход, основанный на анализе статистического распределения значений индикаторов [20]. Границы зон мониторинга формируются как функции от тренда (скользящего среднего) и меры рассеяния (стандартного отклонения) временного ряда.

Верхняя $T_{upper,t}$ и нижняя $T_{lower,t}$ границы коридора «нормы» (Зеленой зоны) в момент времени t определяются следующим образом:

$$T_{upper,t} = \mu_t + Z \cdot \sigma_t$$

$$T_{lower,t} = \mu_t - Z \cdot \sigma_t$$

где μ_t – скользящее среднее значение индикатора за период N (характеризует текущий тренд); σ_t – скользящее стандартное отклонение; Z – коэффициент толерантности к риску.

Экономический смысл параметра Z заключается в регулировании уровня консерватизма системы. При $Z=2$ (соответствует доверительной вероятности 95 % при нормальном распределении) система интерпретирует как угрозу только отклонения за рамки естественной вариабельности бизнес-процесса [20]. Значение Z устанавливается на стратегическом уровне: для TRI – более жесткие границы ($Z=1,5$), для FRA и RRI – более широкие ($Z=3$). Выход значения индикатора за пределы $T_{upper/lower}$ является

триггером для перехода системы в режим «Тревога» и инициации управляющих воздействий [12].

Представленный математический аппарат формирует прозрачную логику функционирования тактического контура АСП. С одной стороны, использование статистических метрик μ и σ обеспечивает объективность и повторяемость процедур адаптации [20]. С другой стороны, наличие параметров-ограничителей Δ , Z и базовых весов w_{base} , задаваемых экспертами на стратегическом уровне, закрепляет за человеком право окончательного определения структуры и «жесткости» системы мониторинга [2, 8].

Циклический алгоритм функционирования адаптивной системы показателей. Интеграция описанных выше архитектурных контуров и математических моделей в единый процесс формирует циклический алгоритм функционирования АСП. В отличие от линейных процедур внедрения систем безопасности, данный алгоритм описывает постоянно действующий операционный цикл, обеспечивающий проактивный характер мониторинга [12]. В соответствии с приведенным ранее описанием, алгоритм представляет собой контур управления с обратной связью, реализующий модель PDCA (Plan-Do-Check-Act), адаптированную для задач мониторинга экономической безопасности в условиях высокой динамики угроз [12].

Основные этапы операционного цикла и распределение функций между автоматизированными и экспертными механизмами отражены в табл. 2. Представленный алгоритм обеспечивает непрерывность работы АСП и ее постоянное самосовершенствование [12]. После завершения Шага 6 (калибровка) или Шага 5 (оперативное реагирование) система с обновленными параметрами возвращается к Шагу 1, замыкая цикл непрерывного мониторинга. Накопление статистической базы на последовательных витках цикла PDCA позволяет постепенно повышать точность прогностических оценок и снижать долю ложных срабатываний [20]. При этом реализация Шагов 5 и 6 с обязательным участием эксперта гарантирует, что автоматическая адаптация не приведет к утрате экономического смысла модели, обеспечивая синергию скорости алгоритмов и глубины экспертного анализа [2, 8]. Этапы Check–Act в цикле PDCA дополняются процедурой обратной проверки (backtesting): после каждого реализованного негативного события система ретроспективно оценивает, был ли сформирован предупредительный сигнал до момента наступления инцидента. При выявлении пропуска или избыточных ложных срабатываний запускается перекалибровка параметров адаптивных механизмов (веса, пороговые границы, параметры окна) на исторических данных. Для исключения переобучения используется валидация на отложенных интервалах (walk-forward), что обеспечивает воспроизводимость качества мониторинга во времени [20, 21].

Таблица 2.

Циклический алгоритм функционирования Гибридной АСП

Шаг	Название этапа	Ключевые действия	Уровень управления / Механизмы
1	Сбор и расчет (Do)	Непрерывный сбор данных из гетерогенных источников. Нормирование и расчет текущих значений ИИЭБ и частных индикаторов (FRA, RRI, TRI) [5]	Автоматический. Контур 1: Данные и Аналитика
2	Оценка состояния (Check)	Сравнение текущих значений с динамическими пороговыми зонами («Зеленая», «Желтая», «Красная»), рассчитанными на основе скользящего среднего μ_t и стандартного отклонения σ_t с учетом коэффициента толерантности к риску Z [8]	Автоматический. Контур 2: Мониторинг и Оценка (Механизм 2)
3	Идентификация режима (Check)	Определение режима функционирования системы: «Штатный» (все в норме), «Внимание» (рост волатильности), «Тревога» (выход за порог) [20]	Автоматический. Контур 2: Мониторинг и Оценка
4	Тактическая адаптация (Act)	При режимах «Внимание» или «Тревога»: запуск алгоритма расчета предложений по корректировке весов $w_{i,t}$ в пределах допустимого коридора Δ [9, 10]	Гибридный (Тактический). Контур 3: Адаптация (Механизм 1)
5	Управленческое реагирование (Plan)	Генерация отчетов и алертов для ЛПР. Принятие решений по купированию угрозы (хеджирование, смена поставщика, PR-реакция) [12]	Экспертный. Контур 4: Управление и Реагирование
6	Стратегическая калибровка (Act)	Периодически или после инцидента: ретроспективное тестирование на исторических и инцидентных данных. Оценка адекватности базовых весов w_{base} , параметра Z и состава индикаторного набора [2, 8]	Гибридный (Стратегический). Контур 3: Адаптация (Механизм 3)

Источник: составлено авторами.

Численное моделирование работы механизмов адаптации. Для демонстрации работоспособности математического аппарата тактического контура было проведено численное моделирование на синтетических данных. Эксперимент призван визуализировать реакцию алгоритма гибридного взвешивания на внезапный внешний шок при заданных экспертных ограничениях.

Были сгенерированы три временных ряда, имитирующих динамику частных индикаторов (FRA, RRI, TRI) на горизонте 100 временных шагов

(условных дней). Базовое состояние: Временные ряды имеют нормальное распределение с низкой волатильностью ($\sigma < 0,1$), что соответствует штатному режиму функционирования предприятия. Инцидент: На 70-й день в ряд индикатора репутационного риска (RRI) искусственно внесен аномальный всплеск (рост амплитуды колебаний), имитирующий информационную атаку – целенаправленный вброс негатива в медиaproстранство. Настройки АСП: Базовые веса установлены экспертно: $w_{base}(FRA)=0,35$, $w_{base}(RRI)=0,35$, $w_{base}(TRI)=0,30$. Параметр допустимой глубины адаптации установлен на уровне $\Delta=0,5$ (широкий коридор для стресс-теста), что позволяет весам отклоняться до $\pm 50\%$ от номинала.

Результаты моделирования приведены на рис. 2.

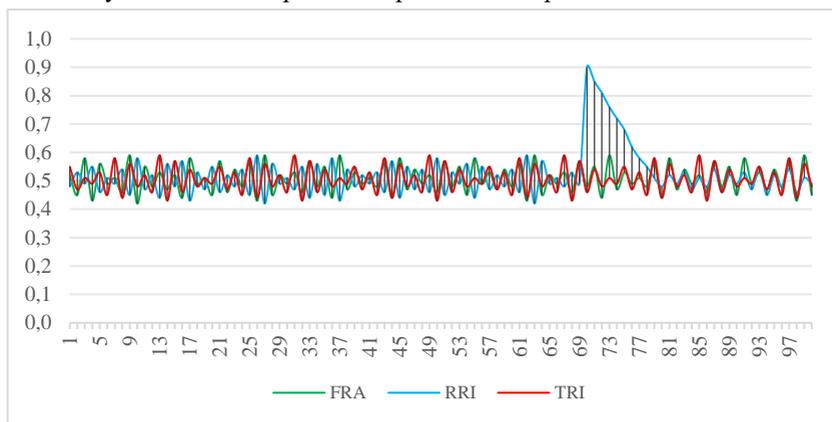


Рис. 2. Визуализация сгенерированных временных рядов

Источник: составлено авторами.

Результаты реакции системы на смоделированный инцидент представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Результаты численного моделирования адаптации весовых коэффициентов

Время \ Веса	Веса	Волатильность FRA (σ)	Волатильность RRI (σ)	Волатильность TRI (σ)	Вес FRA (α), %	Вес RRI (β), %	Вес TRI (γ), %
69 дней (до атаки)		0,05	0,06	0,04	33,1	35,8	31,1
70 дней (пик атаки)		0,05	0,25	0,04	24,5	53,5	22,0
90 дней (стабилизация)		0,05	0,07	0,04	32,8	36,4	30,8

Источник: составлено авторами.

В период с 1-го по 69-й шаг система функционировала в стационарном режиме, веса колебались незначительно вокруг базовых значений. На 70-й день (начало атаки) волатильность индикатора RRI резко возросла (с 0,06 до 0,25) [20].

Срабатывание тактического контура.

1. *Детекция*: алгоритм зафиксировал статистическую аномалию в канале RRI.

2. *Адаптация*: механизм динамического взвешивания (Механизм 1) начал повышать значимость репутационного фактора, чтобы сфокусировать внимание системы на источнике угрозы.

3. *Ограничение*: вес RRI вырос с 35,8 до 53,5 %. Важно, что, несмотря на продолжающийся рост волатильности, вес не превысил критических значений (не стал монопольным), так как сработал механизм экспертных ограничений. Система перераспределила приоритеты, снизив веса «спойных» факторов (FRA и TRI), но сохранила контроль над ними.

Рост веса RRI (и, как следствие, его вклада в интегральный индекс) привел к тому, что ИИЭБ превысил адаптивный порог и сгенерировал сигнал «Тревога» значительно раньше, чем это сделала бы статичная модель [10]. После имитации принятия управленческих мер (шаги 76-89) негативный информационный фон снизился. Как видно из табл. 3 (шаг 90), по мере падения волатильности RRI механизм адаптации автоматически вернул весовые коэффициенты к сбалансированным значениям (вес RRI снизился до 36,4 %).

Таким образом, моделирование подтверждает способность системы работать в режиме «автопилота» при возникновении тактических угроз: она временно фокусируется на проблеме, а после ее устранения самостоятельно возвращается к базовым настройкам, не требуя ручной перекалибровки.

© Митяков Е.С., Луцкан С.П., 2026

Поступила в редакцию 11.11.2025

Принята к публикации 21.12.2025

Библиографический список

- [1] Абалкин Л.И. Экономическая безопасность России: угрозы и их отражение // Вопросы экономики. 1994. № 12. С. 4-13.
- [2] Бекасова Е.Н. Практический подход в экспертной оценке экономической безопасности предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. № 8 (78). С. 9-13.
- [3] Балог М.М., Бабкин А.В., Гаджиев М.М. Экономическая безопасность в контексте цифровизации: подходы, тенденции и угрозы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2024. Т. 20. № 6. С. 1040-1060.
- [4] Банк России. Обзор основных типов компьютерных атак в финансовой сфере в 2024 году [Электронный ресурс]. М.: Банк России, 2024. Режим доступа:

- https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/55129/Attack_2024.pdf (дата обращения: 20.01.2026).
- [5] Индикаторы цифровой экономики: 2024: статистический сборник / В.Л. Абашкин и др. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. 276 с.
- [6] Песоцкий А.А. Экономика России против санкционных угроз: взгляд из 2025 года // Общество: политика, экономика, право. 2025. № 4. С. 125-131.
- [7] Ровенская А.В., Воробьева Е.Ю. К вопросу обеспечения экономической безопасности в условиях развития цифровой экономики // ЭФО: Экономика. Финансы. Общество. 2023. № 1 (5). С. 102-114.
- [8] Митяков Е.С., Митяков С.Н. Адаптивный подход к вычислению обобщенного индекса экономической безопасности // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. С. 415.
- [9] Луцкан С.П. Модель оценки экономической безопасности в эпоху цифровой трансформации экономики // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2024. № 5. С. 225-233.
- [10] Луцкан С.П. Совершенствование методов сбора и анализа данных для мониторинга экономической безопасности в условиях цифровизации // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. 2025. № 6. С. 181-193.
- [11] Митяков Е.С. Ключевые элементы методологии и инструментария мониторинга экономической безопасности регионов России // Фундаментальные исследования. 2018. № 8. С. 84-88.
- [12] Deming W.E. Out of the Crisis. Cambridge, MA: MIT Press, 1986. 507 p.
- [13] Отчеты и материалы ПАО «ВК» [Электронный ресурс]. 2025. Режим доступа: <https://vk.company/ru/investors/results/> (дата обращения: 20.01.2026).
- [14] Grima S. (Ed.). Digital Transformation, Strategic Resilience, Cyber Security and Risk Management. Bingley: Emerald Publishing, 2023. 236 p.
- [15] Городецкий А.Е. Экономическая безопасность в условиях глобализации // Экономика и управление. 2018. № 4 (150). С. 45-56.
- [16] Saaty T.L., Vargas L.G. Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks. 2nd ed. New York: Springer, 2018. 512 p.
- [17] IBM. Cost of a Data Breach Report 2025 [Electronic resource]. 2025. URL: <https://www.ibm.com/reports/data-breach> (дата обращения: 20.01.2026).
- [18] Самойлов М.А., Кондрашова Н.Г. Взаимосвязь экономической и информационной безопасности российской организации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 10-2 (104). С. 132-134.
- [19] Тадвайзер (TAdviser). Искусственный интеллект (рынок России) [Электронный ресурс]. 2024. Режим доступа: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_(рынок_России)) (дата обращения: 20.01.2026).
- [20] Tian X., Tian Z., Khatib S.F.A., Wang Y. Machine learning in internet financial risk management: A systematic literature review // PLOS ONE. 2024. Vol. 19. No. 4. Article e0300195.
- [21] Chen P., Ji M. Deep learning-based financial risk early warning model for listed companies: A multi-dimensional analysis approach // Expert Systems with Applications. 2025. Vol. 283. Article 127746.

E.S. Mityakov, S.P. Lutskan

ADAPTIVE INDICATOR SYSTEM FOR MONITORING ENTERPRISE ECONOMIC SECURITY: MATHEMATICAL AND NUMERICAL MODELING

MIREA – Russian Technological University
Moscow, Russia

Abstract. The problem of managerial inertia inherent in traditional enterprise economic security monitoring systems has been identified. It is substantiated that, under conditions of high dynamism and uncertainty in the digital environment, the static nature of economic security assessment parameters—fixed for extended periods—leads to critical delays in responding to emerging threats. As a solution, a methodology and architecture for a hybrid adaptive indicator system are proposed, employing an integral index of enterprise economic security as a control signal. The scientific contribution of the study lies in the development of a two-level model that separates monitoring parameter management into a strategic loop (expert determination of priorities and permissible parameter ranges, incorporating system-generated suggestions) and a tactical loop (automatic real-time calibration within expert-defined constraints). Mathematical formalization of adaptation mechanisms is presented, including hybrid dynamic weighting (combining expert-assigned baseline weights with their automated adjustment within permissible ranges), threshold value adaptation, and calibration via retrospective testing. Numerical modeling on synthetic data confirmed the system's capability to operate in "autopilot" mode upon emergence of tactical threats: it temporarily focuses on the problem at hand and, following its resolution, autonomously reverts to baseline settings.

Keywords: economic security, monitoring, hybrid monitoring system, adaptive indicator system, managerial inertia, integral index of economic security, strategic loop, tactical loop.

References

- [1] Abalkin, L. I. (1994). [Economic security of Russia: threats and their reflection]. *Voprosy Ekonomiki* [Problems of Economics]. No. 12, pp. 4-13. (In Russ.).
- [2] Bekasova, E. N. (2021). [A practical approach to expert assessment of enterprise economic security]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: Theory and Practice]. No. 8 (78), pp. 9-13. (In Russ.).
- [3] Balog, M. M., Babkin, A. V., Gadzhiev, M. M. (2024). [Economic security in the context of digitalization: approaches, trends and threats]. *Natsionalnye interesy: priority i bezopasnost* [National Interests: Priorities and Security]. Vol. 20, No. 6, pp. 1040-1060. (In Russ.).
- [4] Central Bank of Russia. (2024). [Review of major types of cyberattacks in the financial sector in 2024]. Moscow: Central Bank of Russia. [Electronic resource]. Available at: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/55129/Attack_2024.pdf (date accessed: 20.01.2026). (In Russ.)

- [5] Abashkin, V. L., Abdrakhmanova, G. I., Vishnevskiy, K. O., Gokhberg, L. M., et al. (2024). *Indikatoriy tsifrovoy ekonomiki: 2024: statisticheskii sbornik* [Digital Economy Indicators: 2024: statistical collection]. Moscow: ISIEZ HSE, 276 p. (In Russ.).
- [6] Pesotskiy, A. A. (2025). [Russian economy against sanction threats: a view from 2025]. *Obshchestvo: politika, ekonomika, pravo* [Society: Politics, Economics, Law]. No. 4, pp. 125–131. (In Russ.).
- [7] Rovenskaya, A. V., Vorobieva, E. Yu. (2023). [On ensuring economic security in the context of digital economy development]. *Ekonomika. Finansy. Obshchestvo* [EFO: Economics. Finance. Society]. No. 1 (5), pp. 102–114. (In Russ.).
- [8] Mityakov, E. S., Mityakov, S. N. (2014). [Adaptive approach to calculating the generalized index of economic security]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education]. No. 2, p. 415. (In Russ.).
- [9] Lutskan, S. P. (2024). [Economic security assessment model in the era of digital transformation of the economy]. *Innovatsionnaya ekonomika: informatsiya, analitika, prognozy* [Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts]. No. 5, pp. 225–233. (In Russ.).
- [10] Lutskan, S. P. (2025). [Improvement of data collection and analysis methods for monitoring economic security in the context of digitalization]. *Innovatsionnaya ekonomika: informatsiya, analitika, prognozy* [Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts]. No. 6, pp. 181–193. (In Russ.).
- [11] Mityakov, E. S. (2018). [Key elements of methodology and tools for monitoring economic security of Russian regions]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research]. No. 8, pp. 84–88. (In Russ.).
- [12] Deming, W. E. (1986). *Out of the Crisis*. Cambridge, MA: MIT Press, 507 p.
- [13] VK Group. Reports and materials. (2025). [Electronic resource]. Available at: <https://vk.company/ru/investors/results/> (date accessed: 20.01.2026). (In Russ.).
- [14] Grima, S. (Ed.). (2023). *Digital Transformation, Strategic Resilience, Cyber Security and Risk Management*. Bingley: Emerald Publishing, 236 p.
- [15] Gorodetskiy, A. E. (2018). [Economic security in the context of globalization]. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management]. No. 4 (150), pp. 45–56. (In Russ.).
- [16] Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2018). *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. 2nd ed. New York: Springer, 512 p.
- [17] IBM. (2025). *Cost of a Data Breach Report 2025*. [Electronic resource]. Available at: <https://www.ibm.com/reports/data-breach> (date accessed: 20.01.2026).
- [18] Samoylov, M. A., Kondrashova, N. G. (2023). [Interrelation between economic and information security of a Russian organization]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: Theory and Practice]. No. 10–2 (104), pp. 132–134. (In Russ.).
- [19] TAdviser. (2024). [Artificial Intelligence (Russian Market)]. [Electronic resource]. Available at: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Искусственный_интеллект_(рынок_России)) (date accessed: 20.01.2026). (In Russ.).
- [20] Tian, X., Tian, Z., Khatib, S. F. A., Wang, Y. (2024). Machine learning in internet financial risk management: A systematic literature review. *PLOS ONE*. Vol. 19, No. 4, Article e0300195.
- [21] Chen, P., Ji, M. (2025). Deep learning-based financial risk early warning model for listed companies: A multi-dimensional analysis approach. *Expert Systems with Applications*. Vol. 283, Article 127746.

ИННОВАЦИОННОЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ

УДК 338.2

*EDN XUORGD***А.И. Ладынин**

УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОСИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ

МИРЭА – Российский технологический университет
Москва, Россия

Исследуется проблема фрагментарности процессов цифровой трансформации промышленных экосистем, проявляющейся в разрыве между операционными данными, текущим и стратегическим управлением. Это затрудняет достижение целей сбалансированного развития промышленных экосистем. В связи с этим, актуальность приобретает развитие интегральной методологии управления, обеспечивающей сквозную координацию всех иерархических уровней управления. В основу предлагаемого подхода положена систематизация требований к целевой архитектуре, сгруппированных по шести ключевым факторам: целостность и связность, информационно-аналитическая поддержка, релевантность управления, адаптивность и моделирование, технологичность среды и организационное развитие. Каждому фактору соответствуют конкретные требования и целевой управленческий эффект, что устанавливает прямую связь между проектированием системы и достижением стратегических целей. В соответствии с требованиями, предложена трехуровневая архитектура цифровой платформы. На уровне данных формируется единое информационное пространство на базе промышленного интернета вещей. Интеллектуальная аналитика, реализуемая с помощью методов машинного обучения, позволяет решать задачи анализа и прогнозирования параметров промышленной экосистемы. Для текущего уровня управления и краткосрочного прогнозирования представлена архитектура системы поддержки принятия управленческих решений. Обобщающим инструментом выступает концептуальная модель цифровой платформы развития экосистемы, построенная на принципах системной динамики. Данная цифровая платформа обобщает данные, полученные от адаптивной модели и системы поддержки принятия решений, интегрируя потоки данных мониторинга и результаты аналитической обработки. Взаимодействие всех компонентов формирует замкнутый адаптивный контур управления. Таким образом, предложенная методология направлена на повышение точности, согласованности и быстродействия управления промышленной экосистемой в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: промышленная экосистема; цифровая трансформация; промышленный интернет вещей; интеллектуальный мониторинг; принятие решений; системная динамика; адаптивная модель; цифровой двойник.

Введение

Формирование новой технологической парадигмы обусловило возникновение ряда вызовов современной промышленности, проявляющихся в разрыве между операционными задачами и стратегическим управлением. Рост объемов сенсорных данных систем промышленного интернета вещей (IIoT) не привел к соответствующему повышению качества управления. Нарастает конфликт между императивами экономической эффективности и долгосрочными требованиями устойчивого развития, включая ESG-трансформацию и принципы циркулярной экономики. Это порождает стратегические риски и способствует накоплению негативных экстерналий. Усугубляет ситуацию кризис традиционных моделей управления, которые не обеспечивают необходимую адаптивность в условиях высокой неопределенности экономики. Все это определяет необходимость развития методологии, обеспечивающей *сквозную интегративную связь* между стратегическим и операционным уровнями управления. Проектирование интегрального подхода, обеспечивающего такой сквозной контур управления, и составляет цель настоящего исследования.

Разработка архитектурной модели управления данными в промышленных экосистемах

В парадигме современных исследований цифровой трансформации промышленности необходимо отметить эволюцию научной мысли от автоматизации отдельных процессов к управлению сложными адаптивными системами в новой технологической парадигме. Одним из наиболее концептуально продвинутых направлений является осмысление перехода к постиндустриальным укладам, определяемым как Индустрия 5.0 и Индустрия 6.0 [1]. Авторами рассматриваются концепции нейро-цифровой трансформации [2], стратегическое управление промышленными экосистемами [3-5]. В научном дискурсе исследуются инфраструктурные и технологические основы цифровой трансформации [6, 7]. Сформулированы требования к программной реализации систем Индустрии 4.0 для сетевых предприятий, опираясь на эталонную архитектурную модель RAMI 4.0 и онтологический подход [8]. Анализируется региональное измерение цифровизации [9]. Ведется научный поиск новых организационных форм и моделей управления – следствий цифровой трансформации [10, 11]. Исследуются ее управленческие аспекты и роль государства в этом процессе [12-14]. Значительный перечень исследований посвящен операционной эффективности и системному переходу к циркулярной экономике [15-18].

Таким образом, современный научный дискурс демонстрирует консенсус в отношении необходимости перехода от управления изолированными предприятиями к концепции адаптивных промышленных экосистем. В то же время сохраняется разрыв между уровнями принятия решений, что препятствует формированию целостного адаптивного развития сложных производственно-экономических систем [19]. Одна из причин – методологическая и инструментальная разобщенность трех ключевых контуров управления: операционного, тактического и стратегического.

Термины «цифровая платформа», «адаптивная модель» и «цифровой двойник» нередко используются в близких контекстах, что может приводить к терминологической путанице и некорректным интерпретациям. В работе рассматриваются понятия архитектуры управления данными как совокупности частных составляющих, объединенных единым цифровым контуром взаимодействия. Цифровая адаптивная модель представляет собой расширение методологии цифрового двойника, способного к самостоятельной подстройке параметров в моделируемой среде для соответствия изменяющимся условиям [20]. В свою очередь, цифровая платформа представляет собой инфраструктурно-программный комплекс, интегрирующий результаты анализа данных для поддержки принятия управленческих решений.

Такой подход позволяет выстроить иерархию взаимодействия агентов в цифровой среде: на первом этапе осуществляется сбор, цифровизация и обработка различных наборов данных, их структуризация и агрегирование. Далее, массивы информации передаются в комплекс адаптивных моделей, обеспечивающих всестороннее исследование качественных и количественных характеристик. Выявляются структурные зависимости и устанавливаются связи между факторами влияния, целевыми установками, возможностями и вызовами промышленной экосистемы. Именно на этом этапе с применением методов сценарного анализа и интеллектуальных прогностических моделей осуществляется разработка комплекса доступных альтернатив. В свою очередь, цифровая платформа обеспечивает целостность взаимодействия структурных составляющих, согласованность этапов, решает задачи коммуникации ответственных лиц и оперативного доступа к данным. Инфраструктурно цифровая платформа замыкает цикл управления, объединяя все этапы: от сбора данных и управления до контроля исполнения и результатов, в единую среду. Это снижает риски, связанные с целостностью и безопасностью данных, способствует оперативности и прозрачности принятия управленческих решений и последующей валидации результатов.

В целях преодоления фрагментарности, выявленной в ходе анализа существующих подходов, и для обеспечения сквозной координации всех уровней управления архитектура управления данными должна отвечать

комплексу взаимосвязанных требований, среди которых в качестве основных можно выделить следующие.

Фактор целостности и связности определяется вертикальной интеграцией от физических источников данных к IoT-шлюзу, агрегирующему информацию. Связность обеспечивается блоком формализации потоков данных, который организует взаимодействие между уровнем корпоративных систем и аналитическим ядром, формируя единое информационное пространство. *Информационно-аналитическая поддержка* обеспечивается центральным интеллектуальным ядром, где конвергенция машинного обучения, статистических и экспертных методов формирует инструментарий анализа данных. Это позволяет перейти от реактивного к проактивному управлению, выявляя скрытые зависимости и адаптируя модели к изменяющимся условиям.

Архитектура напрямую способствует повышению *релевантности управления*, трансформируя данные в конкретные управляющие воздействия. Агрегированные результаты являются аналитической базой для принятия обоснованных управленческих решений, интеллектуальный мониторинг позволяет вносить оперативные корректировки в рамках выбранных стратегий управления. Это обеспечивает *адаптивность системы*, реализуемая внутри замкнутого управленческого контура. Данные проходят этапы анализа, классификации, планирования и обратной связи, что обеспечивает систему способностью к самоорганизации и быстрому реагированию. *Технологичность среды* обеспечивается модульным построением архитектуры, где каждый компонент масштабируем. Для аналитики используются высокопроизводительные модели машинного обучения и сценарного анализа, цифровые двойники и информационная архитектура. Безопасность данных закладывается на уровне IoT-шлюза, реализующего шифрование, использование принятых протоколов и API обеспечивает совместимость и снижение рисков.

Задача системы заключается в обеспечении *организационного развития*. Предоставляя персоналу инструменты для глубокой аналитики, визуализации и работы с цифровыми двойниками, система способствует системному росту компетенций и трансформации процесса принятия управленческих решений. Следующая этим принципам промышленная экосистема повышает свою устойчивость к кризисам и развивает способность к инновационному развитию.

В основе архитектуры – трехуровневая структура, обеспечивающая сквозной поток данных от прикладного уровня к информационно-аналитическому (рис. 1). В единый контур интегрированы информационные потоки и методы их обработки, что позволяет идентифицировать отклонения и аномалии. Каждая группа стратегических требований обладает технологическим воплощением, создавая целостную систему.

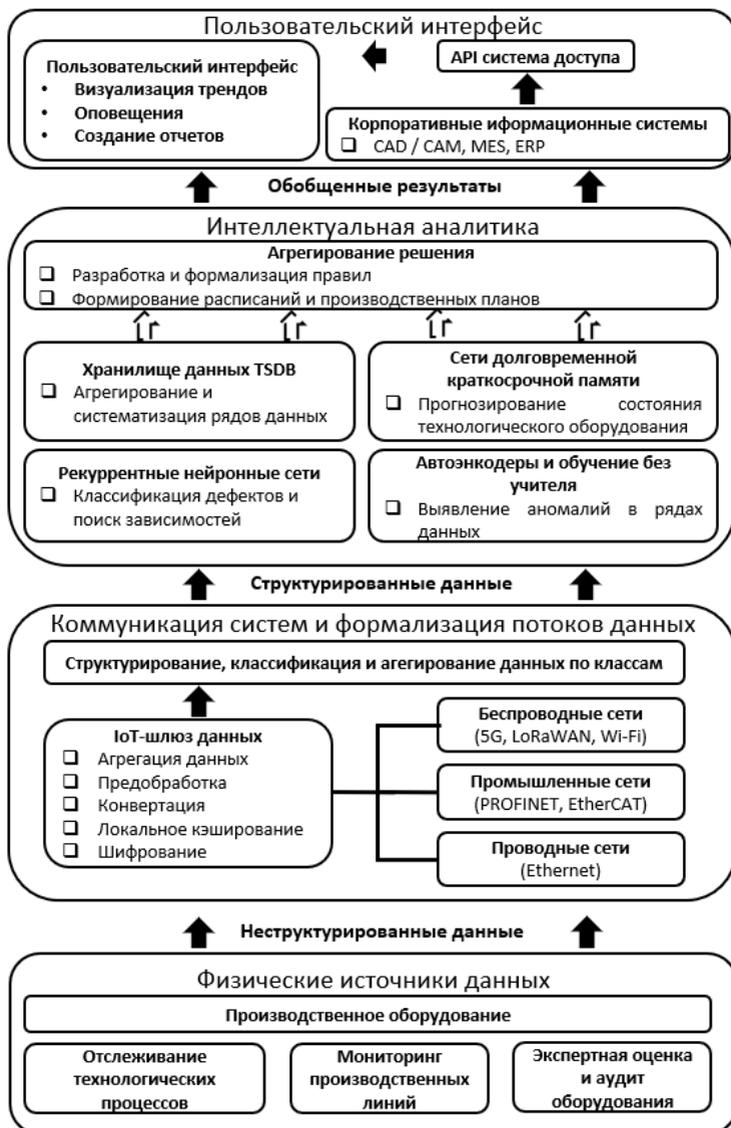


Рис. 1. Концептуальная модель архитектуры управления данными в промышленных экосистемах

Источник: составлено автором.

Контур интеллектуального мониторинга основан на принципах организации промышленного интернета вещей. На периферийном уровне

физическое оборудование оснащается спектром высокоточных датчиков. Сетевой уровень обеспечивает надежную и безопасную передачу через промышленные шлюзы, консолидирующие разнородные потоки данных, применяя протоколы, поддерживающие шифрование трафика. Платформенный уровень, реализованный в облачной или гибридной среде, выполняет централизованный прием, маршрутизацию и долгосрочное хранение данных в специализированных базах данных, обеспечивая интеграцию с корпоративными системами через API. Собранные многомерные временные ряды, анализируются с использованием методов машинного обучения. Таким образом, технологический контур выполняет роль источника верифицированных и семантически обогащенных данных. Эти данные образуют эмпирическую основу для последующих этапов анализа и принятия решений в рамках управления всей промышленной экосистемой.

Целью внедрения архитектуры управления данными является сокращение разрыва между операционным мониторингом и стратегическим целеполаганием. Интеллектуальный контур обеспечивает поток оперативных данных для расчета достижимости ключевых показателей эффективности (KPI). Их номенклатура и система определения напрямую связана со стратегическими принципами устойчивого развития и циркулярной экономики. Один из возможных подходов предполагает использование стратегических карт сбалансированных показателей (BSC), дополненных формальными моделями предметной области и методами системной динамики. Такой подход позволяет связать целеполагание и управление на разных иерархических уровнях. Стратегические приоритеты проходят последовательную декомпозицию, формируя достижимые оперативные цели. Интеллектуальный мониторинг позволяет формализовать взаимосвязи между фактическими производственными показателями и стратегическими ориентирами. Благодаря ретроспективному и перспективному анализу возникает возможность отслеживания и прогнозной оценки влияния частных индикаторов на общую структуру ESG-модели развития. Механизм обладает свойством саморегулирования: операционные параметры обретают стратегический смысл, а стратегические приоритеты транслируются в набор операционных показателей эффективности.

Интеграция этого подхода с аналитическим ядром системы придает интеллектуальным алгоритмам контекстное воплощение. Как следствие, сценарии развития, являясь результатом информационно-аналитических моделей и многокритериального анализа, учитывают приоритеты сбалансированного развития. Поток необработанных данных с периферийных сенсоров последовательно агрегируется в операционные KPI, транслируя задачи, определяемые стратегическими целями, что в итоге обеспечивает целостную картину состояния и траектории экосистемы.

Инструментарий поддержки принятия решений сбалансированного развития

Переход от интеллектуального мониторинга к стратегическому управлению требует формализации процесса преобразования данных в обоснованные управленческие решения. Разрабатываемый методический инструментарий представляет собой аналитический аппарат, обеспечивающий объективный выбор сценариев развития промышленной экосистемы в условиях многокритериальности и конфликтующих целевых установок. Одной из его ключевых задач является физическое воплощение принципов сбалансированного развития через количественное согласование экономических, технологических, экологических и социальных аспектов функционирования системы. Для решения такой масштабной задачи целесообразно рассмотреть комплексный подход – формирование единой цифровой среды обработки данных, способной обеспечить эффективный учет и анализ всего многообразия источников информации. Объединение результатов интеллектуального мониторинга и методов поддержки принятия решений осуществляется в рамках цифровой адаптивной модели, отражающей основные принципы системной динамики (рис. 2). Входные параметры включают оперативные данные о состоянии активов от системы мониторинга и управляющие воздействия, формализованные на этапе поддержки решений. В результате формируется «цифровой слепок» – прескриптивный набор решений.

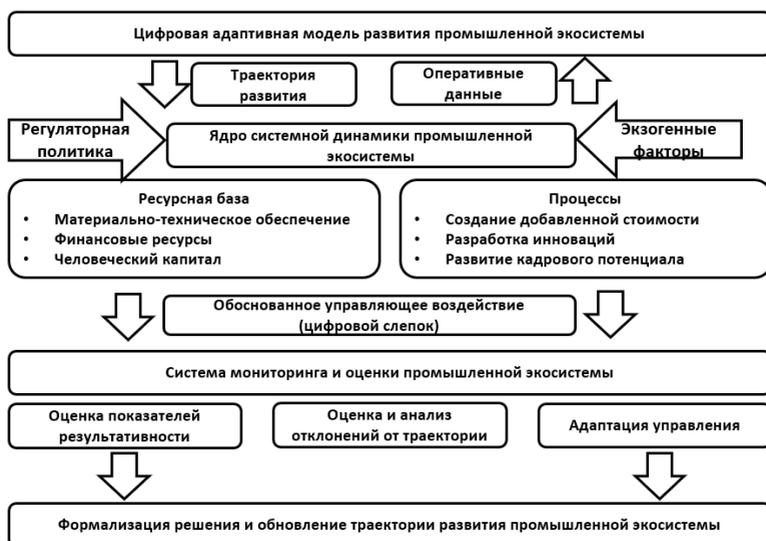


Рис. 2. Цифровая адаптивная модель промышленной экосистемы

Источник: составлено автором.

Управление инициируется регуляторной политикой, определяющей целевую траекторию развития, формализованную через контроль набора стратегических целевых показателей и желаемых состояний экосистемы, заданных с учетом долгосрочных приоритетов по всем иерархическим уровням экономики: эффективности производства, конкурентоспособности экосистемы, технологического суверенитета. Комбинация целевых принципов и количественной оценки текущего состояния формирует контекст работы модели. С применением цифровой модели осуществляются:

- 1) *оценка результативности*: проводится сравнение фактических КРП, полученных из оперативных данных, с плановыми значениями, заложенными на этапе управления;
- 2) *оценка и анализ отклонений от стратегической траектории*: выявляются и диагностируются причины рассогласования между желаемым и фактическим состоянием системы;
- 3) *адаптация управления*: формируются коррективы управления на основе анализа отклонений.

Завершающий этап – формализация решения и обновление траектории развития промышленной экосистемы. На основе извлеченных знаний происходит обновление управляющих воздействий и адаптация целевых установок. Тем самым модель замыкает полный цикл адаптивного управления: *Политика* → *Моделирование* → *Воздействие* → *Мониторинг* → *Обратная связь* → *Адаптация*. Таким образом, схема демонстрирует, как цифровая модель трансформируется из инструмента прогнозирования в инфраструктуру для взаимодействия между целеполаганием, исполнением и обучением, обеспечивая промышленной экосистеме свойство адаптивности в быстро меняющейся среде.

Данный процесс представлен в рамках модели цифровой платформы сбалансированного развития промышленной экосистемы – замкнутого контура, в котором система мониторинга и оценки, опираясь на оперативные данные и целевую траекторию, обеспечивает адаптацию управления (рис. 3). Параллельно обрабатываются два независимых класса информации – количественная и экспертная, призванная расширить и верифицировать объективные данные на основе экспертного мнения и ранжирования альтернатив. Первый класс формируется на основе априорно объективных показателей, непрерывно поступающих от цифровых систем экосистемы: данные о техническом состоянии и эффективности оборудования от систем мониторинга, экологические метрики, экономические и операционные показатели из ERP и MES-систем, а также социально-направленные данные. Эта количественная информация консолидируется в единой базе данных, обеспечивающей диагностическую функцию текущего состояния промышленной экосистемы. Для управленческих задач, осложненных слабой формализацией, задействуются экспертные методы. Инструментарий включает многоуровневую экспертизу, когнитивное моделирование и нечеткие модели. Блок многомерной аналитической обработки реализует

формальные процедуры и методы анализа альтернатив для формирования упорядоченного набора сценариев развития промышленной экосистемы. Концептуальная модель систематизирует ключевой этап формирования управления – трансформацию начальных данных и гипотез в обоснованные решения.

Методы машинного обучения используются для прогнозирования динамики ключевых показателей, выявления зависимостей и рисков. Статистические методы обеспечивают оценку прогнозов и анализ чувствительности системы к управлению. Сценарное моделирование и ранжирование альтернатив агрегируют результаты оценки, применяя формальные процедуры многокритериального выбора для определения траектории развития.

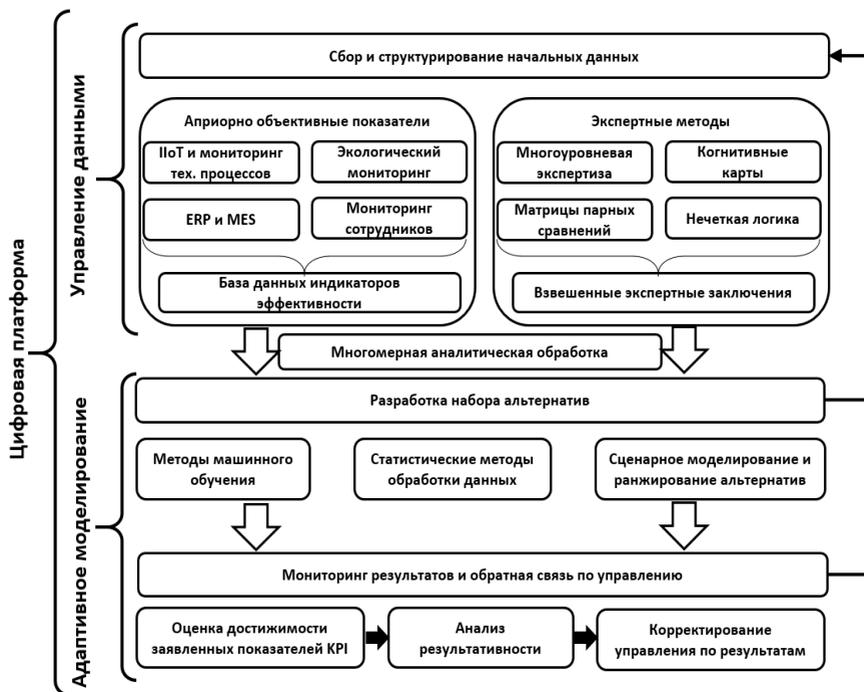


Рис. 3. Концептуальная модель цифровой платформы сбалансированного развития промышленной экосистемы

Источник: составлено автором.

Представленная схема формализует концепцию архитектуры адаптивного аналитического контура, трансформирующего статистические данные и экспертные оценки в обоснованные управленческие решения. Платформа осуществляет интегративные и аналитические функции, обес-

печивая логический переход к этапу адаптивного моделирования, представляя инструментарий для многомерной аналитической обработки, сценарного моделирования и формирования управляющих воздействий. Предлагаемая архитектура направлена на консолидацию разрозненной информации в согласованный набор альтернатив с целью их обоснованного выбора и последующего адаптивного управления.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть значимость управления промышленными экосистемами в условиях цифровой трансформации. По-прежнему актуальны методы решения проблемы фрагментарности существующих решений в области мониторинга, аналитики и разработки стратегий их развития. Структурная трансформация экономики обнажила уязвимости существующей парадигмы управления, что обуславливает необходимость поиска новых точек роста.

На сегодняшний день важно обеспечить транзит промышленности в новый цикл цифровизации экономики, переходя от автоматизации отдельных процессов к построению интегрированных кибернетических систем с управлением по обратной связи. Представленный концептуальный подход направлен на преобразование информации в обоснованные управленческие решения, обеспечивающие сбалансированное развитие в рамках достижения экономических, технологических, экологических и социальных целей. Это ценно в контексте применения теоретических результатов на практике ключевыми стейкхолдерами. Для промышленных предприятий внедрение элементов предложенной архитектуры позволит перейти к проактивному управлению жизненным циклом производства и обоснованной оценке альтернатив развития. Для органов государственного и регионального управления – формируется инструментальная основа перехода к экосистемному управлению промышленностью.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 23-78-10009).

© Ладынин А.И., 2026

Поступила в редакцию 15.12.2025

Принята к публикации 20.01.2026

Библиографический список

- [1] Карпухина Н.Н., Митяков Е.С., Пронин А.Ю. Промышленные революции: от Индустрии 3.0 к Индустрии 5.0 в контексте российской экономики // Российский технологический журнал. 2025. № 13 (4). С. 123-134.
- [2] Бабкин А.В., Либерман И.В., Клачек П.М. Индустрия 5.0 и интеллектуальная экономика: основы нейро-цифровой трансформации киберсоциальных мета-

- экосистем высокотехнологичных промышленных комплексов // *π-Economy*. 2023. Т. 16, № 5. С. 8-21.
- [3] Шкарупета Е.В. Стратегическое управление интеллектуальной зрелостью промышленных экосистем в условиях экономики данных // *Экономинфо*. 2024. Т. 19. № 4. С. 5-12.
- [4] Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Концептуальный фреймворк для оценки и управления интеллектуальной зрелостью промышленных экосистем // *Journal of New Economy*. 2025. Т. 26. № 3. С. 105-123.
- [5] Формирование терминологической платформы стратегического управления интеллектуальной зрелостью промышленных экосистем в целях технологического суверенитета / В.В. Глухов, А.В. Бабкин, Е.В. Шкарупета, С.В. Здольникова // *Экономика и управление*. 2025. Т. 31. № 8. С. 1016-1029.
- [6] Богачев Ю.С., Трифонов П.В. Единое цифровое пространство для эффективного функционирования промышленности // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2022. Т. 13, № 4. С. 376-383.
- [7] Богачев Ю.С., Трифонов П.В., Абдикеев Н.М. Основные направления и механизмы цифровизации промышленности РФ // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2022. Т. 13. № 2. С. 151-159.
- [8] Требования к программной реализации системы Индустрии 4.0 для создания сетевых предприятий / А.А. Денисов, Ю.Ф. Тельнов, В.А. Казаков, А.В. Данилов // *Программные продукты и системы*. 2022. № 4. С. 557-571.
- [9] Тюкавкин Н.М. Формирование модели цифровой трансформации инновационных экосистем в промышленном секторе региона // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*. 2025. Т. 16. № 1. С. 187-197.
- [10] Афанасьев А.А. Модель сетевой промышленной политики: механизм реализации // *Экономика, предпринимательство и право*. 2023. Т. 13. № 5. С. 1271-1286.
- [11] Управление развитием инновационно ориентированных экосистем предприятий на основе платформенных решений и экономики данных / И.В. Смольянинова, Н.Р. Пузаков, Д.В. Стариков, С.А. Тыщенко // *Первый экономический журнал*. 2025. № 4 (358). С. 111-120.
- [12] Глушак Н.В. Управление организационным развитием предприятий промышленного комплекса на основе внедрения инноваций и цифровой трансформации экономики // *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2025. Т. 7. № 6(159). С. 4-12.
- [13] Гилева Т.А., Галимова М.П., Хуссамов Р.Р. Методология адаптации и развития инновационной инфраструктуры территории в цифровой среде // *Проблемы экономики и юридической практики*. 2023. Т. 19. № 3. С. 192-200.
- [14] Дли М.И., Кириллова Е.А. Перспективы формирования инновационных экосистем в промышленности // *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*. 2022. № 2 (34). С. 80-94.
- [15] Енина Е.П. Цифровая модель эффективности промышленного предприятия как инструмент противодействия финансовым рискам и повышения экономической безопасности // *Технологии гражданской безопасности*. 2020. Т. 17. № 3(65). С. 75-80.

- [16] Житяева О.И. Управление цифровой трансформацией промышленного сектора // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 2. С. 43-50.
- [17] Астафьева О.Е. Методологические положения устойчивого развития предприятий в условиях цифровой экономики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2021. Т. 83. № 4 (90). С. 394-397.
- [18] Матвеева Л.Г., Каплюк Е.В., Низов Н.В. Теоретико-концептуальный базис формирования циркулярной бизнес-модели взаимодействия участников инновационных сольватов в промышленности // Естественно-гуманитарные исследования. 2022. № 43 (5). С. 192-197.
- [19] Митяков С.Н., Цеханский А.В. Вовлеченность как механизм инновационного развития // Финансовые рынки и банки. 2025. № 3. С. 299-304.
- [20] Митяков Е.С., Карпухина Н.Н., Ладынин А.И. Цифровые адаптивные модели и технологии как фактор эволюции систем управления в высокотехнологичных отраслях промышленности // Фундаментальные исследования. 2025. № 11. С. 67-79.

A.I. Ladynin

**INDUSTRIAL ECOSYSTEM MANAGEMENT
BASED ON A DIGITAL PLATFORM
DIGITAL PLATFORM-BASED INDUSTRIAL
ECOSYSTEM MANAGEMENT**

MIREA – Russian Technological University
Moscow, Russia

Abstract. The paper addresses fragmentation problem in industrial ecosystems during digital transformation, which manifests itself as a disconnect between operational data, control, and strategic management. For industrial ecosystems, this hinders balanced and sustainable development goals achievement. Consequently, an integrated management methodology development capable of ensuring end-to-end coordination across all hierarchical management levels has paramount relevance. The proposed approach is based on architecture requirements systematization, grouped into six key factors: integrity and connectivity, information and analytical support, management relevance, adaptability and modeling, technological robustness, and organizational development. Each factor corresponds to specific requirements and has target management effect, establishing a direct link between system design and strategic goals achievement. In accordance with these requirements, digital platform three-tier architecture is proposed. At the data level, a unified information space is formed based on the Industrial Internet of Things. Intelligent analytics, implemented using machine learning methods, enables industrial ecosystem parameters analysis and forecasting. For the tactical management level and short-term forecasting, a decision support system architecture is presented. Methodology

overarching and strategic element is in digital adaptive ecosystem model, built on system dynamics principles. This model serves as an extended digital twin, integrating monitoring data streams and analytical processing results. Components' interaction forms a closed adaptive control loop. Thus, proposed methodology aims to enhance industrial ecosystem accuracy, consistency, and responsiveness considering digital transformation context.

Keywords: industrial ecosystem, digital transformation, Industrial Internet of Things, intelligent monitoring, decision-making, system dynamics, adaptive model, digital twin.

References

- [1] Karpukhina, N. N., Mityakov, E. S., Pronin, A. Yu. (2025). [Industrial revolutions: From Industry 3.0 to Industry 5.0 in the context of the Russian economy]. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal* [Russian Technological Journal]. Vol. 13, No. 4, pp. 123–134. DOI:<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2025-13-4-123-134> (In Russ.).
- [2] Babkin, A. V., Liberman, I. V., Klachek, P. M. (2023). [Industry 5.0 and Intellectual Economy: Foundations of Neuro-Digital Transformation of Cyber-Social Meta-Ecosystems of High-Tech Industrial Complexes]. *π-Economy*. Vol. 16, No. 5, pp. 8–21. DOI:<https://doi.org/10.18721/JE.16501> (In Russ.).
- [3] Shkarupeta, E. V. (2024). [Strategic Management of Intellectual Maturity of Industrial Ecosystems in the Data Economy]. *Ekonominfo* [Economic Information]. Vol. 19, No. 4, pp. 5–12. (In Russ.).
- [4] Glukhov, V. V., Babkin, A. V., Shkarupeta, E. V. (2025). [A Conceptual Framework for Assessing and Managing the Intellectual Maturity of Industrial Ecosystems]. *Journal of New Economy*. Vol. 26, No. 3, pp. 105–123. DOI:<https://doi.org/10.29141/2658-5081-2025-26-3-6> (In Russ.).
- [5] Glukhov, V. V., Babkin, A. V., Shkarupeta, E. V., Zdolnikova, S. V. (2025). [Formation of a Terminological Platform for Strategic Management of the Intellectual Maturity of Industrial Ecosystems for Technological Sovereignty]. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management]. Vol. 31, No. 8, pp. 1016–1029. DOI:<https://doi.org/10.35854/1998-1627-2025-8-1016-1029> (In Russ.).
- [6] Bogachev, Yu. S., Trifonov, P. V. (2022). [A Unified Digital Space for the Efficient Functioning of Industry]. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment* [Strategic Decisions and Risk Management]. Vol. 13, No. 4, pp. 376–383. DOI:<https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-4-376-383> (In Russ.).
- [7] Bogachev, Yu. S., Trifonov, P. V., Abdikeev, N. M. (2022). [Main Directions and Mechanisms of Digitalization of Russian Industry]. *Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment* [Strategic Decisions and Risk Management]. Vol. 13, No. 2, pp. 151–159. DOI:<https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-2-151-159> (In Russ.).
- [8] Denisov, A. A., Telnov, Yu. F., Kazakov, V. A., Danilov, A. V. (2022). [Requirements for Software Implementation of an Industry 4.0 System for Creating Networked Enterprises]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. No. 4, pp. 557–571. DOI:<https://doi.org/10.15827/0236-235X.140.557-571> (In Russ.).
- [9] Tyukavkin, N. M. (2025). [Formation of a Digital Transformation Model for Innovative Ecosystems in the Industrial Sector of a Region]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Samara University. Economics and

- Management]. Vol. 16, No. 1, pp. 187–197. DOI:<https://doi.org/10.18287/2542-0461-2025-16-1-187-197> (In Russ.).
- [10] Afanasiev, A. A. (2023). [Model of Network Industrial Policy: Implementation Mechanism]. *Ekonomika, predprinimatelstvo i pravo* [Economics, Entrepreneurship and Law]. Vol. 13, No. 5, pp. 1271–1286. DOI:<https://doi.org/10.18334/epp.13.5.117354> (In Russ.).
- [11] Smolyaninova, I. V., Puzakov, N. R., Starikov, D. V., Tyshchenko, S. A. (2025). [Managing the Development of Innovation-Oriented Enterprise Ecosystems Based on Platform Solutions and the Data Economy]. *Pervyi ekonomicheskii zhurnal* [First Economic Journal]. No. 4 (358), pp. 111–120. DOI:https://doi.org/10.58551/20728115_2025_4_111 (In Russ.).
- [12] Glushak, N. V. (2025). [Managing the Organizational Development of Industrial Complex Enterprises Based on Innovation and Digital Transformation of the Economy]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions]. Vol. 7, No. 6 (159), pp. 4–12. DOI:<https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2025.06.07.001> (In Russ.).
- [13] Gileva, T. A., Galimova, M. P., Khussamov, R. R. (2023). [Methodology for Adaptation and Development of a Territory's Innovation Infrastructure in a Digital Environment]. *Problemy ekonomiki i yuridicheskoi praktiki* [Problems of Economics and Legal Practice]. Vol. 19, No. 3, pp. 192–200. (In Russ.).
- [14] Dli, M. I., Kirillova, E. A. (2022). [Prospects for the Formation of Innovative Ecosystems in Industry]. *Aktualnye problemy ekonomiki i upravleniya* [Actual Problems of Economics and Management]. No. 2 (34), pp. 80–94. (In Russ.).
- [15] Yenina, Ye. P. (2020). [A Digital Model of Industrial Enterprise Efficiency as a Tool for Countering Financial Risks and Enhancing Economic Security]. *Tekhnologii grazhdanskoi bezopasnosti* [Civil Security Technologies]. Vol. 17, No. 3 (65), pp. 75–80. DOI:<https://doi.org/10.54234/CST.19968493.2020.17.3.65.13.75> (In Russ.).
- [16] Zhityaeva, O. I. (2021). [Managing the Digital Transformation of the Industrial Sector]. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie* [Bulletin of Samara University. Economics and Management]. Vol. 12, No. 2, pp. 43–50. DOI:<https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-43-50> (In Russ.).
- [17] Astafyeva, O. Ye. (2021). [Methodological Provisions for the Sustainable Development of Enterprises in the Digital Economy]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies]. Vol. 83, No. 4 (90), pp. 394–397. DOI:<https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-394-397> (In Russ.).
- [18] Matveeva, L. G., Kapliuk, E. V., Nizov, N. V. (2022). [Theoretical and Conceptual Basis for Forming a Circular Business Model for Interaction of Participants in Innovative Solvates in Industry]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* [Natural and Human Studies]. Vol. 43, No. 5, pp. 192–197. (In Russ.).
- [19] Mityakov, S. N., Tsekhansky, A. V. (2025). [Involvement as a Mechanism of Innovative Development]. *Finansovye rynki i banki* [Financial Markets and Banks]. No. 3, pp. 299–304. (In Russ.).
- [20] Mityakov, E. S., Karpukhina, N. N., Ladynin, A. I. (2025). [Digital Adaptive Models and Technologies as a Factor in the Evolution of Control Systems in High-Tech Industries]. *Fundamentalnye issledovaniya* [Fundamental Research]. No. 11, pp. 67–79. DOI:<https://doi.org/10.17513/fr.43934> (In Russ.).

УДК 338

*EDN FHANRM***А.А. Касимов**

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАЗВИТИЯ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

АО «Газпромбанк»
Нижний Новгород, Россия

Разработана концепция устойчивого импортозамещения на основе формирования и развития промышленных экосистем. Показано, что в условиях санкций и трансформации глобальных цепочек поставок фрагментарный подход к замещению импортных компонентов не способен обеспечить долгосрочную экономическую безопасность. В качестве системного решения предлагается переход к целостным промышленным экосистемам – сетям взаимосвязанных предприятий, государства и институтов развития, способным генерировать и использовать внутренние ресурсы, технологии и кооперационные связи. Анализируются ключевые факторы эффективности таких экосистем, включая уровень цифровой зрелости участников, преодоление кадрового дефицита в ИКТ-сфере, активное внедрение облачных решений и развитие механизмов межфирменной кооперации. На основе отраслевой статистики идентифицированы основные барьеры цифровизации. Особое внимание уделено критическому обзору и синтезу существующих методологий оценки эффективности бизнес-экосистем, на основании чего предложена оригинальная гибридная модель оценки. Данные могут быть применены в рамках государственной промышленной политики и стратегий импортозамещения, разработки корпоративных программ цифровой трансформации и развития кооперационных связей, создания методического инструментария для оценки эффективности экосистем и уровня технологического суверенитета отраслей.

Ключевые слова: импортозамещение; промышленные экосистемы; цифровая трансформация; цифровая зрелость; кооперация; оценка эффективности; технологический суверенитет.

Промышленная экосистема как система устойчивого импортозамещения. Под промышленной экосистемой в рамках экономики и менеджмента целесообразно понимать единый комплекс взаимодействия агентов – организаций, государственных органов, частных лиц – для достижения общей цели при сохранении собственных интересов и рентабельности [1-2]. Такой подход позволяет обеспечить устойчивость за счет синергии, вертикальной интеграции и совместного использования ресурсов.

Центральным элементом экосистемы выступает производственный задел предприятия – совокупность научно-технических, кадровых и производственных ресурсов, накопленных в ходе производственной и коммерческой деятельности, – именно он позволяет использовать внутренние возможности для генерации инноваций без прямой зависимости от внешних инвестиций или импорта [2]. Это особенно актуально в наукоемких отраслях, где ранее широко использовались глобальные цепочки поставок, а в условиях санкций возникает необходимость формирования новых технологических и логистических цепочек на основе внутреннего рынка и рынков дружественных стран [3-5].

Цифровая зрелость как условие участия в экосистеме. Эффективность промышленной экосистемы в значительной степени определяется уровнем цифровой зрелости ее участников. Согласно данным [6], значительная часть предприятий испытывает серьезный дефицит в цифровых компетенциях (табл. 1).

Таблица 1.

**Уровень достаточности цифровых навыков работников по отраслям
(% от числа организаций)**

Отрасль	Уровень цифровых навыков всех работников достаточен для выполнения текущих обязанностей и позволяет внедрять цифровые технологии	Хотя бы в одной профессиональной группе уровень цифровых навыков достаточен для выполнения текущих обязанностей, но не позволяет внедрять новые цифровые технологии	Хотя бы в одной профессиональной группе уровень цифровых навыков недостаточен для выполнения текущих обязанностей
Финансы	20,3	20,2	2,5
Телеком и ИТ	13,2	10,6	3,1
Энергетика	10,1	9,7	5,0
Транспорт	11,1	10,1	3,1
Торговля	9,7	7,6	2,9
Производство	10,6	6,3	42,9
Добыча	13,2	2,3	1,6
ЖКХ	20,2	2,5	1,4
Сельское хозяйство	20,3	1,4	1,4
Строительство	20,2	3,1	51,2

Источник: составлено автором на основе [7].

Представленные данные позволяют заключить, что в производственных и строительных отраслях наблюдается критический дефицит цифровых компетенций, что существенно ограничивает их участие в развитии промышленных экосистем, требующих высокого уровня цифровой координации, обмена данными и использования платформенных решений.

Кадровый дефицит и механизмы его преодоления. Одним из ключевых барьеров цифровой трансформации в промышленности является нехватка ИКТ-специалистов. В отчете [7] указано, что 62,9 % организаций, столкнувшихся с их дефицитом, направляют своих работников на дополнительное обучение, а 44,9 % прибегают к услугам аутсорсинга (табл. 2).

Таблица 2.

**Способы преодоления дефицита ИКТ-специалистов
(% от числа организаций, столкнувшихся с дефицитом)**

Мера	Доля организаций, применяющих меру
Направление своих работников на курсы, дополнительное обучение	62,9
Использование услуг аутсорсинга	44,9
Наем новых работников с более высоким уровнем цифровых навыков	42,2
Взаимодействие с образовательными организациями в целях привлечения молодых специалистов	27,4
Отсутствие мер	20,2

Источник: составлено автором на базе [7].

Основываясь на представленных статистических данных, можно утверждать, что бизнес преимущественно использует краткосрочные и внешние решения для компенсации кадрового дефицита, что снижает устойчивость внутренних инновационных процессов и затрудняет формирование долгосрочных компетенций, необходимых для функционирования промышленной экосистемы в долгосрочной перспективе.

В условиях санкционных ограничений предприятия активно пересматривают свои ИТ-стратегии. Согласно [8], в 2020-2022 гг. увеличение использования облачного ПО (SaaS) отмечали 23,6 % компаний, тогда как локального ПО – только 5,7 % (табл. 3). Экономика данных является неотъемлемой частью промышленной экосистемы. В работе [6] показано, что компании преимущественно опираются на внутренние ресурсы для работы с данными (табл. 4). Предприятия стремятся минимизировать зависимости от внешних поставщиков данных и аналитики, однако при этом недостаточно развиты внешние платформы обмена данными, что ограничивает потенциал межотраслевой кооперации и синергии в рамках экосистемы.

Таблица 3.
Изменение использования ИТ-решений в 2020-2022 гг.
(% от числа организаций)

Тип ИТ-решения	Увеличился	Уменьшился
Облачное ПО (SaaS)	23,6	5,7
Готовые (коробочные) ИТ-решения	16,5	10,2
Облачная ИТ-инфраструктура (IaaS)	19,2	6,6
Локальная ИТ-инфраструктура	18,0	6,3

Источник: составлено автором на основе [8].

Таблица 4.
Использование внутренних и внешних ресурсов для работы с данными
(% от числа организаций)

Ресурс / Функция	Внутренние	Внешние
Команды аналитиков	63,5	19,0
Инструменты анализа	62,6	18,4
Источники данных	56,6	37,4
Платформы обработки	63,5	41,1
Консалтинг по аналитике	45,5	47,9

Источник: составлено автором на базе [6].

Несмотря на стремление к цифровизации, предприятия сталкиваются с рядом барьеров. Так, в работе [9] выделены следующие ключевые препятствия в части цифровизации бизнес-процессов (табл. 5).

Таблица 5.
Барьеры цифровой трансформации (% от числа организаций)

Барьер	Доля организаций
Нехватка квалифицированных кадров	68,3
Недостаток финансовых ресурсов	57,0
Низкая готовность персонала к изменениям	51,2
Отсутствие четкой стратегии цифровой трансформации	39,0

Источник: составлено автором на основе [9].

Распространение дистанционной занятости также влияет на устойчивость промышленных экосистем. Согласно отчету [10], в производ-

ственных отраслях масштабы удаленной работы минимальны, что ограничивает мобильность кадров и гибкость внутри экосистемы (табл. 6 и 7). Хотя в сферах ИТ и финансов дистанционная занятость развита, в ключевых секторах импортозамещения (машиностроение, строительство, химия) она остается ограниченно применимой. Это создает асимметрию в цифровой гибкости участников экосистемы.

Таблица 6.

Масштабы дистанционной занятости по отраслям (% от числа организаций)

Отрасль	Полностью дистанционная занятость применяется	Частично применяется	Не применяется
Финансы	18,7	41,3	39,5
Телеком и ИТ	16,7	44,1	39,5
Торговля	15,6	22,4	60,3
Транспорт	9,9	17,6	66,1
Производство	10,2	12,8	74,3
Строительство	9,9	15,6	71,4
Энергетика	11,8	14,7	69,9
Добыча	2,9	12,3	80,8

Источник: составлено автором на базе [10].

Таблица 7.

Влияние дистанционной занятости на ключевые бизнес-показатели (% от числа организаций, применяющих дистанционную занятость)

Показатель	Положительное влияние	Нейтральное влияние	Отрицательное влияние
Производительность труда	42,1	38,7	19,2
Уровень вовлеченности персонала	36,5	41,8	21,7
Стоимость управления персоналом	51,3	30,2	18,5
Качество взаимодействия внутри команды	28,4	37,9	33,7

Источник: составлено автором на основе [10].

Данные табл. 6 и 7 позволяют прогнозировать следующую тенденцию: в ближайшие годы ожидается рост дистанционной занятости преимущественно в цифровых отраслях, тогда как в производственных секторах доля удаленной работы останется стабильно низкой, что усугубит структурный разрыв в цифровой гибкости между участниками промышленной экосистемы. Межфирменная кооперация выступает фундаментом промышленной экосистемы. Как показано в работе [11], совместная инновационная деятельность позволяет преодолевать барьеры, связанные с высокими транзакционными издержками и неопределенностью результатов.

Корреляционный анализ, проведенный в работе [2], показал, что инновационная активность не зависит от объема затрат на технологические инновации, что свидетельствует об использовании существующего производственного задела. Это подтверждает гипотезу о том, что в условиях импортозамещения предприятия опираются не на новые инвестиции, а на внутренние ресурсы.

Роль государства и институтов развития. Государственное регулирование должно быть направлено не на изолированную поддержку отдельных предприятий, а на стимулирование кооперации и экосистемной интеграции. В работе [12] подчеркивается необходимость системного подхода через государственные заказы, создание специализированных управленческих структур и объединение потенциала отраслевых научных центров. Кроме того, необходимы унифицированные цифровые платформы для сетевого взаимодействия стейкхолдеров и формализованные механизмы технического заказа на исследования, как отмечается в работе [13].

Сценарное моделирование развития экосистем. В работе [14] предложены три сценария развития экосистем – оптимистический, наиболее вероятный и пессимистический (табл. 8).

Таблица 8.

Сценарии развития промышленных экосистем

Этап	Инновационно-прорывной (оптимистический)	Модернизационный (наиболее вероятный)	Инерционный (пессимистический)
1. Определение исходных условий	Факторы: политические – 0,6; социальные – 0,5; экономические – 0,7; инновационные – 0,5; производственные – 0,7; управленческие – 0,6	Факторы: политические – 0,5; социальные – 0,4; экономические – 0,6; инновационные – 0,4; производственные – 0,6; управленческие – 0,5	Факторы: политические – 0,4; социальные – 0,3; экономические – 0,5; инновационные – 0,3; производственные – 0,5; управленческие – 0,4
2. Анализ связей	Связи между факторами усиливаются на 20%	Связи между факторами усиливаются на 10%	Связи между факторами ослабевают на 20%
3. Моделирование изменений	Факторы: политические – 0,72; социальные – 0,6; экономические – 0,84; инновационные – 0,6; производственные – 0,84; управленческие – 0,72	Факторы: политические – 0,55; социальные – 0,44; экономические – 0,66; инновационные – 0,44; производственные – 0,66; управленческие – 0,55	Факторы: политические – 0,32; социальные – 0,24; экономические – 0,4; инновационные – 0,24; производственные – 0,4; управленческие – 0,32

Окончание табл. 8

4. Прогнозирование результирующих изменений	Для производственных факторов (целевой концепт когнитивной карты): увеличение на 30% (с 0,84 до 1,092)	Для производственных факторов (целевой концепт когнитивной карты): увеличение на 20% (с 0,66 до 0,792)	Для производственных факторов (целевой концепт когнитивной карты): уменьшение на 30% (с 0,4 до 0,28)
5. Анализ альтернативных сценариев	Активное государственное участие в поддержке и развитии промышленности. Прорыв в развитии высокотехнологичных производств.	Ограниченное, но последовательное участие государства, рост внутреннего производства	Сохранение фрагментарного импортозамещения, слабая кооперация
6. Повторение цикла моделирования	Повторение расчетов для проверки устойчивости сценария	Повторение расчетов с учетом возможных изменений	Повторение расчетов с учетом возможных вариантов улучшения ситуации

Источник: составлено автором на базе [14-15].

Представленные данные позволяют сделать вывод о том, что выбор траектории развития напрямую зависит от скорости формирования цифровых и производственных экосистем, уровня кадровой обеспеченности и глубины межфирменной интеграции, а также от наличия системной государственной политики, ориентированной на экосистемное мышление.

Для целенаправленного формирования промышленных экосистем необходима точная диагностика уровня импортозависимости. В работе [16] предложена соответствующая система показателей (табл. 9).

Таблица 9.

Инструментарий оценки импортозамещения

№ п/п	Наименование индекса	Метод расчета	Предмет оценки	Объект
1	Индекс импорта Балассы	$\beta_j = \frac{IM_{ij}}{\frac{IM_i}{\frac{IM_{wj}}{IM_w}}}$	Сравнение доли отрасли в импорте страны со среднемировой	Страна, отрасль
2	Индекс импортозависимости	$b = \frac{IM}{Y}$	Доля импорта в потреблении	Страна, отрасль, регион
3	Коэффициент покрытия импорта экспортом	$c = \frac{EX}{IM}$	Уровень внешнеторговой обеспеченности	Страна, отрасль, регион

Окончание табл. 9

4	Коэффициент покрытия импорта производством	$d = \frac{X}{IM}$	Уровень обеспеченности экономики собственным	Страна, отрасль, регион, предприятие
5	Динамический коэффициент импортозамещения	$k = \frac{\frac{\Delta X}{X_{t-1}}}{\frac{\Delta IM}{IM_{t-1}}}$	Соотношение между изменением выпуска и изменением импорта	Отрасль, регион

Источник: составлено автором на основе [16].

В табл. 9 β_j – индекс импорта Балассы для товара (отрасли) j (безразмерная величина); IM_{ij} – объем импорта товара j в страну i (в стоимостном выражении, например, млн долл. США или млрд руб.); IM_i – общий объем импорта в страну i (в стоимостном выражении, например, млн долл. США или млрд руб.); IM_{wj} – мировой объем импорта товара j (в стоимостном выражении, например, млн долл. США); IM_w – общий мировой объем импорта (в стоимостном выражении, например, млн долл. США); b – коэффициент импортозависимости (безразмерная величина); IM – объем импорта рассматриваемого товара или группы товаров (в натуральном или стоимостном выражении – в зависимости от контекста: шт., тонны, млн руб. и т.д.); Y – объем внутреннего потребления, рассчитываемый как $Y = X + IM - EX$ в тех же единицах, что и IM : натуральных или стоимостных; EX – объем экспорта (в натуральном или стоимостном выражении – в зависимости от контекста: шт., тонны, млн руб. и т.д.); X – объем внутреннего производства (в натуральном или стоимостном выражении: шт., тонны, млн руб. и т.д.); c – коэффициент покрытия импорта экспортом (безразмерная величина); d – коэффициент покрытия импорта производством (безразмерная величина); k – динамический коэффициент импортозамещения (безразмерная величина); ΔX – изменение объема производства за период $(X_t - X_{t-1})$ (в натуральном или стоимостном выражении: шт., тонны, млн руб. и т.д.); X_{t-1} – объем производства в предыдущем периоде (в тех же единицах измерения, что и ΔX); ΔIM – изменение объема импорта за период $(IM_t - IM_{t-1})$ (в натуральном или стоимостном выражении: шт., тонны, млн руб. и т.д.); IM_{t-1} – объем импорта в предыдущем периоде (в тех же единицах измерения, что и ΔIM).

Методологические подходы к оценке эффективности цифровых бизнес-экосистем. Современная экономика все чаще опирается на цифровые платформенные бизнес-экосистемы – сложные сетевые структуры, в которых ядро (платформа) координирует взаимодействие множества участников: поставщиков, клиентов, разработчиков, регуляторов. Как отмечается в работе [17], «цифровые платформы – это многосторонние рынки, использующие бизнес-модели, которые позволяют производителям и пользователям вместе создавать ценности». Однако, несмотря на значимость этого феномена, унифицированной методики оценки эффективности бизнес-экосистем до сих пор не существует. В работе [4] прямо констатируется: «Экосистемная бизнес-модель – достаточно новое явление, поэтому пока еще не сформировалась унифицированная методика оценки эф-

фektivности ее функционирования». Эта научная и практическая проблема требует систематизации существующих подходов и выявления путей их синтеза. В работе [18] предложена методика, основанная на расчете интегрального показателя эффективности (E_{ECS}), который учитывает четыре группы критериев с весовыми коэффициентами: Операционно-синергетические критерии (вес=0,35), Финансово-инвестиционные критерии (вес=0,30), Цифровые критерии (вес=0,20), Регуляторные критерии (вес=0,15).

Каждому критерию присваивается оценка от 0 до 100 баллов в зависимости от степени его реализации. Итоговый показатель рассчитывается как взвешенная сумма:

$$E_{ECS} = \sum_{i=1}^4 w_i * s_i,$$

где E_{ECS} – интегральный показатель эффективности бизнес-экосистемы; w_i – вес i -й группы критериев (сумма равна 1); s_i – средний балл по i -й группе критериев, рассчитанный как арифметическое среднее всех показателей в группе; баллы s_i – нормированы на шкалу 0-100 %.

Модель позволяет получить целостную количественную оценку, адаптируемую под специфику конкретной экосистемы. Однако веса критериев задаются экспертно, что вносит элемент субъективности.

В работе [19] предложена альтернативная модель, основанная на Индексе интегральной эффективности (ИЕ). Он объединяет пять компонентов, отражающих разные аспекты ценности экосистемы: Е (Economic effect) – экономический эффект (доходы, прибыль, ROI); О (Operational effect) – операционный эффект (автоматизация, снижение издержек); Т (Technical effect) – технический эффект (надежность, масштабируемость, автоматизация); S (Social effect) – социальный эффект (удовлетворенность пользователей, вовлеченность); СР (Competitive proposition) – конкурентное предложение (уникальность платформы, барьеры входа). Особенность данной модели – использование метода анализа иерархий (АИП, метод Саати) для объективного определения весов компонентов. Это минимизирует субъективность и повышает научную обоснованность оценки.

Нормированный индекс ИЕ рассчитывается по формуле:

$$ИЕ = \sum_{j=1}^5 v_j * n_j,$$

где v_j – вес j -го компонента, определенный через матрицу парных сравнений по методу Саати; n_j – нормированное значение j -го компонента (от 0 до 1), рассчитанное как отношение фактического значения к максимально возможному или к «целевому» значению.

Для оценки технического эффекта, например, используются следующие показатели: U_{norm} – нормированная доступность платформы,

$$U_{norm} = \frac{\text{Время работы платформы}}{\text{Общее время}} * 100\%;$$

E_{norm} – нормированная активность участников:

$$E_{norm} = \frac{\text{Количество активных участников}}{\text{Общее количество зарегистрированных участников}} * 100\%.$$

Экосистемный подход и трансформация бизнеса. В работах [17] и [20] обосновывается необходимость многоцелевой оценки эффективности, выходящей за рамки финансовых показателей. Особое внимание уделяется: сетевым эффектам – ценность платформы растет с числом пользователей; синергии между участниками – совместное создание ценности; цифровой платформе как стратегическому ресурсу, а не просто ИТ-инструменту; ESG-принципам и устойчивому развитию как новым критериям оценки.

Недостатком рассматриваемых подходов является отсутствие количественной методики – они формируют концептуальную основу, на которую могут опираться практические модели, такие как ПЕ или ЕЕCS. Для системного сопоставления подходов представим их в виде обобщенных данных (табл. 10).

Таблица 10.

Сравнительная характеристика методологий оценки эффективности цифровых бизнес-экосистем

Критерий сравнения	Подход О.Е. Каленова	Подход Е.В. Попова и др.	Концептуальный подход
Основа оценки	Взвешенная сумма по 4 группам показателей	Индекс ПЕ по 5 компонентам	Качественный анализ сетевых эффектов, синергии, устойчивости
Определение весов	Экспертное (субъективное)	Метод Саати (объективный, иерархический анализ)	Не предусмотрено
Количественная форма	Да (шкала 0-100)	Да (нормированный индекс 0-1)	Нет
Учет акторов экосистемы	Косвенно	Прямо (Е, О, Т, S, СР связаны с ядром, клиентами, поставщиками)	Да (многосторонние взаимодействия)
Готовность к практическому внедрению	Высокая (готовые шкалы)	Средняя (требует сложных расчетов по АИП)	Низкая (только концептуальная рамка)

Источник: составлено автором по [17-23].

Данные таблицы сделать вывод о том, что подход Каленова О.Е. отличается практической применимостью и простотой, тогда как модель Попова Е.В. и других обеспечивает более высокую методологическую стро-

гость за счет объективного определения весов. Концептуальные работы, в свою очередь, позволяют понять стратегическую суть экосистем, но не дают инструментария для измерения.

Анализируя данные, можно сделать вывод, что ни одна из моделей в чистом виде не учитывает все аспекты: ни сетевую природу экосистем, ни динамику взаимодействий, ни долгосрочную устойчивость. Это указывает на необходимость гибридного подхода.

Гибридная модель оценки. На основе анализа можно предложить синтетическую модель, сочетающую сильные стороны всех подходов:

- структура критериев – из модели Каленова О.Е. (операционно-синергетические, финансово-инвестиционные, цифровые, регуляторные);
- определение весов – осуществляется с помощью метода Саати, как в модели Попова и др., что снижает субъективность;
- акторно-ориентированная детализация – каждый критерий привязывается к конкретному участнику экосистемы (финансовые показатели – для инвесторов и ядра; операционные – для поставщиков и партнеров; социальные – для клиентов и сообщества; регуляторные – для государства);
- динамическая оценка – вводится технологический долг как дополнительный индикатор, отражающий трудоемкость миграции данных и процессов на новую платформу.

Такой подход позволит не только измерить текущую эффективность, но и спрогнозировать устойчивость развития экосистем в долгосрочной перспективе.

Проведенный в работе анализ показывает, что:

- существует методологический разрыв между концептуальным пониманием цифровых экосистем и практическими инструментами их оценки;
- модели оценки эффективности экосистем предлагает многовариантный подход, требующий систематизации и агрегирования;
- предложенный гибридный подход позволяет преодолеть выявленные ограничения и создать универсальный, объективный и стратегически ориентированный инструмент оценки эффективности цифровых и промышленных бизнес-экосистем, полностью соответствующий вызовам цифровой экономики.

Процесс импортозамещения должен оцениваться комплексно – не только по объемам замещенной продукции, но и по структурным изменениям в экономике, включая рост внутреннего производства, снижение зависимости от импорта ключевых компонентов и формирование новых производственных связей.

Основываясь на проведенном анализе, можно сделать вывод о том, что импортозамещение может быть устойчивым только в рамках развитых промышленных экосистем, в которых обеспечены: вертикальная и гори-

зонтальная кооперация; использование производственного и научно-технического задела; цифровая инфраструктура на основе облачных решений; кадровая база с достаточным уровнем цифровых компетенций; государственная поддержка, ориентированная на системные изменения.

Промышленная экосистема становится не просто инструментом импортозамещения, а ключевым элементом новой экономической архитектуры, обеспечивающей технологический суверенитет и устойчивый рост российской экономики. В условиях глобальной нестабильности и разрыва международных кооперационных связей именно экосистемный подход позволяет трансформировать вынужденную самоизоляцию в стратегическую автономию, основанную на внутренних ресурсах, научно-техническом заделе и синергии участников. Эта архитектура предполагает переход от замещения к созданию технологически суверенных производственных цепочек, способных не только закрывать внутренний спрос, но и формировать экспортный потенциал в новых нишах мирового рынка. Таким образом, промышленная экосистема выступает как фундамент для построения новой модели экономического развития, ориентированной на инновационную активность, цифровую зрелость, человеческий капитал и устойчивую кооперацию – т.е., на достижение не просто импортонезависимости, а технологического суверенитета и лидерства.

© Касимов А.А., 2026

Поступила в редакцию 19.01.2026

Принята к публикации 13.02.2026

Библиографический список

- [1] Цифровые технологии в бизнесе: практики и барьеры использования: мониторинг цифровой трансформации бизнеса. Выпуск 1 [Электронный ресурс] / НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/>. (дата обращения 12.01.2026).
- [2] Попов Е.В., Симонова В.Л., Зырянов А.С. Индекс интегральной эффективности цифровой платформенной бизнес-экосистемы // Экономика промышленности. 2025. Т. 18. № 3. С. 405-420.
- [3] Готовность российского бизнеса к экономике данных: мониторинг цифровой трансформации бизнеса. Выпуск 2 [Электронный ресурс] / НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/>. (дата обращения 12.01.2026).
- [4] Обеспеченность кадрами для цифровой трансформации: оценки бизнеса: мониторинг цифровой трансформации бизнеса. Выпуск 4 [Электронный ресурс] / НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/>. (дата обращения 12.01.2026).
- [5] Инсорсинг, коробочные решения и облачные сервисы: тенденции, предпочтения российского бизнеса: мониторинг цифровой трансформации бизнеса. Выпуск 3 [Электронный ресурс] / НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/>. (дата обращения 12.01.2026).

- [6] Ладынин А.И., Митяков Е.С. Организационно-экономический механизм обеспечения реиндустриализации промышленных экосистем // Развитие и безопасность. 2023. № 4 (20). С. 35-43.
- [7] Инструментарий оценки импортозамещения экономических систем различных иерархических уровней / С.Н. Митяков, Е.С. Митяков, А.И. Ладынин, Т.М. Крюкова // Проблемы прогнозирования. 2025. № 2 (209). С. 74-85.
- [8] Митяков Е.С. Теоретические аспекты использования имитационного, сценарного и агент-ориентированного моделирования промышленных экосистем // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород: НГТУ, 2024. С. 129-131.
- [9] Устинов А.Э., Сиразетдинов Р.М., Устинова Л.Н. Производственный задел предприятия как основа развития экосистем инноваций // Экономика промышленности. 2019. Т. 12. № 2. С. 178-185.
- [10] Любушин Н.П., Крастелева Е.А. Развитие экосистемного подхода в экономическом анализе субъектов хозяйствования // Современная экономика: проблемы и решения. 2024. № 6 (174). С. 158-169.
- [11] Карпухина Н.Н., Митяков Е.С., Пронин А.Ю. Промышленные революции: от Индустрии 3.0 к Индустрии 5.0 в контексте российской экономики // Russian Technological Journal. 2025. Т. 13. № 4. С. 123-134.
- [12] Черненко О.Б., Чернышева Ю.Г., Куринова Я.И. Экосистемный подход к развитию малого и среднего предпринимательства // Учет и статистика. 2020. № 4 (60). С. 51-57.
- [13] Митяков Е.С., Куликова Н.Н. Управление инновационной деятельностью при обеспечении экономической безопасности. М.: МИРЭА, 2023. 100 с.
- [14] Хомич С.Г. Межфирменная кооперация в инновационной деятельности: теоретические основы анализа // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. 2014. № 3. С. 135-176.
- [15] Климук В.В., Астратова Г.В. К вопросу о применении экосистемного подхода в наукоемких отраслях промышленности // Устойчивость экосистем в условиях цифровой нестабильности: сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2022. С. 311-313.
- [16] Когнитивное моделирование экономического развития промышленных экосистем / Е.С. Митяков, Н.Н. Карпухина, С.Н. Митяков, А.И. Ладынин // Экономика промышленности. 2025. Т. 18. № 1. С. 63-77.
- [17] Цифровые платформы как фактор трансформации традиционного бизнеса / В.В. Осенний, А.Л. Золкин, С.А. Жильцов, Д.И. Чугин // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 5. № 5 (158). С. 184-192.
- [18] Прогнозирование инновационных потребностей промышленности региона в условиях импортозамещения / Е.А. Кириллова, М.И. Дли, С.А. Масютин, Д.А. Тюкаев // Modern Economy Success. 2022. № 5. С. 6-14.
- [19] Каленов О.Е. Оценка эффективности деятельности бизнес-экосистем в цифровой экономике // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2023. Т. 20. № 1 (127). С. 162-174.
- [20] Дистанционная занятость: масштабы распространения в компаниях: мониторинг цифровой трансформации бизнеса. Выпуск 5 [Электронный ресурс] / НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/>. (дата обращения 12.01.2026).

- [21] Каленов О.Е. Технологии управления и координации в бизнес-экосистемах / О.Е. Каленов // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2025. Т. 22. № 5 (143). С. 270-275.
- [22] Митяков С.Н., Митяков Е.С. Формирование промышленных экосистем как инструмент антикризисного управления // Мир новой экономики. 2024. Т. 18. № 3. С. 47-62.
- [23] Яськова Н.Ю., Зайцева Л.И., Викторов М.Ю. Проблемы реализации стратегии импортозамещения в строительстве // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 4. С. 29.

A.A. Kasimov

ENSURING THE IMPLEMENTATION OF IMPORT SUBSTITUTION PROCESSES BASED ON THE DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INDUSTRIAL ECOSYSTEMS

JSC «Gazprombank»
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The research is devoted to the development of the concept of sustainable import substitution based on the formation and development of industrial ecosystems. It is significant that in the context of sanctions and the transformation of global supply chains, a fragmented approach to replacing imported components is not able to ensure long-term economic security. As a system solution, the transition to integrated industrial ecosystems is proposed – networks of interconnected enterprises, the state and development institutions capable of generating and using internal resources, technologies and cooperative ties. The paper analyzes the key factors of the effectiveness of such ecosystems, including the level of digital maturity of the participants, overcoming the shortage of personnel in the ICT sector, the active implementation of cloud solutions and the development of mechanisms for inter-company cooperation. Based on industry statistics, the main barriers to digitalization have been identified. Special attention is paid to a critical review and synthesis of existing methodologies for assessing the effectiveness of business ecosystems (Kalenova O.E., Popova E.V., and others), on the basis of which an original hybrid assessment model is proposed. The data can be applied in the formation of state industrial policy and import substitution strategies, the development of corporate digital transformation programs and the development of cooperative ties, the creation of methodological tools for assessing the effectiveness of ecosystems and the level of technological sovereignty of industries.

Keywords: import substitution, industrial ecosystems, digital transformation, digital maturity, cooperation, efficiency assessment, technological sovereignty.

References

- [1] Organizational and economic Digital Technologies in Business: Practices and Barriers to Use (2024). Business Digital Transformation Monitoring. Issue 1. HSE University. [Electronic resource]. Available at: <https://issek.hse.ru/>. (In Russ.).
- [2] Popov, E. V., Simonova, V. L., Zyryanov, A. S. (2025). [Index of Integral Efficiency of a Digital Platform Business Ecosystem]. *Ekonomika promyshlennosti* [Russian Journal of Industrial Economics]. Vol. 18, No. 3, pp. 405–420. (In Russ.).
- [3] Readiness of Russian Business for the Data Economy (2024). Business Digital Transformation Monitoring. Issue 2. HSE University. [Electronic resource]. Available at: <https://issek.hse.ru/>. (In Russ.).
- [4] Staffing for Digital Transformation: Business Assessments. (2024). Business Digital Transformation Monitoring. Issue 4. HSE University. [Electronic resource]. Available at: <https://issek.hse.ru/> (accessed: 25.02.2026). (In Russ.).
- [5] Insourcing, Out-of-the-Box Solutions and Cloud Services: Trends and Preferences of Russian Business. (2024). Business Digital Transformation Monitoring. Issue 3. HSE University. [Electronic resource]. Available at: <https://issek.hse.ru/> (date accessed: 25.02.2026). (In Russ.).
- [6] Ladyin, A. I., Mityakov, E. S. (2023). [Organizational and Economic Mechanism for Ensuring the Reindustrialization of Industrial Ecosystems]. *Razvitie i bezopasnost* [Development and Security]. No. 4 (20), pp. 35–43. (In Russ.).
- [7] Mityakov, S. N., Mityakov, E. S., Ladyin, A. I., Kryukova, T. M. (2025). [Tools for Assessing Import Substitution of Economic Systems at Various Hierarchical Levels]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development]. No. 2 (209), pp. 74–85. (In Russ.).
- [8] Mityakov, E. S. (2024). [Theoretical Aspects of Using Simulation, Scenario and Agent-Based Modeling of Industrial Ecosystems]. *Aktualnye voprosy ekonomiki, menedzhmenta i innovatsii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Current Issues of Economics, Management and Innovations: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Nizhny Novgorod: NSTU n. a. R. E. Alekseev, pp. 129–131. (In Russ.).
- [9] Ustinov, A. E., Sirazetdinov, R. M., Ustinova, L. N. (2019). [Enterprise's Production Backlog as a Basis for the Development of Innovation Ecosystems]. *Ekonomika promyshlennosti* [Russian Journal of Industrial Economics]. Vol. 12, No. 2, pp. 178–185. (In Russ.).
- [10] Lyubushin, N. P., Krastelyeva, E. A. (2024). [Development of the Ecosystem Approach in the Economic Analysis of Economic Entities]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya* [Modern Economics: Problems and Solutions]. No. 6 (174), pp. 158–169. (In Russ.).
- [11] Karpukhina, N. N., Mityakov, E. S., Pronin, A. Yu. (2025). [Industrial Revolutions: From Industry 3.0 to Industry 5.0 in the Context of the Russian Economy]. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal* [Russian Technological Journal]. Vol. 13, No. 4, pp. 123–134. DOI:<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2025-13-4-123-134> (In Russ.).
- [12] Chernenko, O. B., Chernysheva, Yu. G., Kurinova, Ya. I. (2020). [Ecosystem Approach to the Development of Small and Medium-Sized Businesses]. *Uchet i statistika* [Accounting and Statistics]. No. 4 (60), pp. 51–57. (In Russ.).

- [13] Mityakov, E. S., Kulikova, N. N. (2023). *Upravlenie innovatsionnoi deyatelnostyu pri obespechenii ekonomicheskoi bezopasnosti* [Managing Innovation Activities While Ensuring Economic Security]. Moscow: MIREA – Rossiiskii tekhnologicheskii universitet, 180 p. (In Russ.).
- [14] Khomich, S. G. (2014). [Inter-Firm Cooperation in Innovation: Theoretical Foundations of Analysis]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Menedzhment* [Vestnik of Saint Petersburg University. Management]. No. 3, pp. 135–176. (In Russ.).
- [15] Klimuk, V. V., Astratova, G. V. (2022). [On the Application of the Ecosystem Approach in Knowledge-Intensive Industries]. *IUstoichivost ekosistem v usloviyakh tsifrovoy nestabilnosti: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Sustainability of Ecosystems in Conditions of Digital Instability: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Simferopol: Krymskii federalnyi universitet im. V. I. Vernadskogo, pp. 311–313. (In Russ.).
- [16] Mityakov, E. S., Karpukhina, N. N., Mityakov, S. N., Ladyin, A. I. (2025). [Cognitive Modeling of the Economic Development of Industrial Ecosystems]. *Ekonomika promyshlennosti* [Russian Journal of Industrial Economics]. Vol. 18, No. 1, pp. 63–77. (In Russ.).
- [17] Osenny, V. V., Zolkin, A. L., Zhiltsov, S. A., Chugin, D. I. (2025). [Digital Platforms as a Factor in the Transformation of Traditional Business]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and Management: Problems, Solutions]. Vol. 5, No. 5 (158), pp. 184–192. (In Russ.).
- [18] Kirillova, E. A., Dli, M. I., Masyutin, S. A., Tyukaev, D. A. (2022). [Forecasting Innovation Needs of the Regional Industry in the Context of Import Substitution]. *Modern Economy Success*. No. 5, pp. 6–14. (In Russ.).
- [19] Kalenov, O. E. (2023). [Assessment of the Effectiveness of Business Ecosystems in the Digital Economy]. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]. Vol. 20, No. 1 (127), pp. 162–174. (In Russ.).
- [20] Remote Employment: Scale of Spread in Companies. (2025). Business Digital Transformation Monitoring. Issue 5. HSE University. [Electronic resource]. Available at: <https://issek.hse.ru/>. (In Russ.).
- [21] Kalenov, O. E. (2025). [Management and Coordination Technologies in Business Ecosystems]. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics]. Vol. 22, No. 5 (143), pp. 270–275. (In Russ.).
- [22] Mityakov, S. N., Mityakov, E. S. (2024). [Formation of Industrial Ecosystems as a Tool for Crisis Management]. *Mir novoi ekonomiki* [The World of New Economy]. Vol. 18, No. 3, pp. 47–62. (In Russ.).
- [23] Yaskova, N. Yu., Zaitseva, L. I., Viktorov, M. Yu. (2022). [Problems of Implementing the Import Substitution Strategy in Construction]. *Vestnik evraziiskoi nauki* [The Eurasian Scientific Journal]. Vol. 14, No. 4, p. 29. (In Russ.).

А.Е. Моисеев

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА МИКРОУРОВНЕ

Нижегородский государственный технический университет

им. Р.Е. Алексеева

Нижний Новгород, Россия

Показано, что оценка эффективности цифровой трансформации на различных уровнях управления является важной и актуальной задачей. Имеющиеся методики используют расчеты изменения производительности труда, основанные на рекомендациях ОЭСР на базе данных об отработанных человеко-часах, либо на рекомендациях Минэкономразвития России по отношению добавленной стоимости к численности занятых. Они оказываются малоэффективны для измерения прямого вклада конкретных технологических изменений на уровне предприятия. В работе представлены модели оценки эффективности цифровой трансформации на микроуровне. Первая из них основана на переходе к натурально-трудовым измерителям – экономии рабочего времени (человеко-часов) на уровне отдельных производственных операций. Формализованная модель позволяет разграничить потенциальный (локально-технологический) и фактический (системно-экономический) эффект, четко определяя условие их совпадения – необходимость реорганизации всей производственной цепочки. Результаты данной модели задействованы в обосновании второй, интегративной модели совокупного экономического эффекта предприятия от цифровой трансформации, ключевым параметром которой является «цена внедрения», определяющая доступность цифровизации для предприятий с ограниченными ресурсами и жесткими требованиями к окупаемости. Третья, трехступенчатая модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации демонстрирует строгую причинно-следственную связь и направление создания ценности: от организационных условий через микроэкономический механизм к результатам для фирмы и далее для экономики отрасли в целом – механизм агрегации микроэффектов в мезотренды.

Ключевые слова: цифровая трансформация; оценка эффективности; динамика трудоемкости; потенциальный и фактический эффекты; цена внедрения; трехступенчатая модель; причинно-следственная связь.

Введение. Цифровая трансформация рассматривается как ключевой драйвер роста производительности в современной экономике. В контексте формирования инновационно-ориентированной экономики цифровая трансформация (ЦТ) предприятий перешла из разряда технологической моды в категорию стратегической императивности. Ожидаемым результатом масштабных инвестиций в цифровые технологии является рост произ-

водительности, конкурентоспособности и устойчивости бизнеса. Однако, как показывают международные исследования, значительная часть компаний не достигает запланированных финансовых результатов от цифровизации [1, 2]. Одной из ключевых причин этого разрыва между ожиданиями и реальностью является отсутствие корректных методов оценки прямого экономического эффекта технологических изменений на микроуровне.

Сложившаяся практика опирается на макроэкономические индикаторы производительности труда. В нашей стране Росстат, следуя рекомендациям ОЭСР, рассчитывает индекс производительности на базе данных об отработанных человеко-часах, а Минэкономразвития России для мониторинга национальных проектов использует показатель отношения добавленной стоимости к численности занятых [3, 4]. Несмотря на свою полезность для межстрановых и межотраслевых сопоставлений, данные показатели обладают фундаментальными ограничениями для анализа эффектов ЦТ на уровне предприятия. Во-первых, агрегированность: отражают совокупный результат деятельности, на который влияют множество факторов (ценовая конъюнктура, изменения в ассортименте, макроэкономическая ситуация), что не позволяет выделить вклад именно технологических инноваций. Во-вторых, зависимость от дефляторов: для устранения ценового фактора используются отраслевые дефляторы, которые могут неадекватно отражать динамику цен на конкретную продукцию предприятия, искажая оценку реального роста физической производительности. В-третьих, нечувствительность к внутрипроизводственным изменениям: стоимостные показатели не позволяют измерить эффект от внедрения технологии на отдельном участке сложного производственного цикла.

Таким образом, существующие макроэкономические подходы к оценке производительности труда (через соотношение добавленной стоимости и затрат труда), применяемые Росстатом и Минэкономразвития России, оказываются малоэффективны для измерения прямого вклада конкретных технологических изменений на уровне предприятия. Их агрегированность, зависимость от ценовых дефляторов и нечувствительность к внутренним процессам маскируют истинный технологический эффект.

Возникает методологический пробел: необходим инструмент, который бы позволял изолированно оценивать прямой вклад цифрового решения в сокращение затрат ресурсов на уровне конкретного технологического процесса. Представленные в работе модели оценки эффективности цифровой трансформации частично восполняют данный пробел. Они дополняют друг друга и формируют новые тренды для перехода от уровня предприятия к уровню отраслей и регионов.

Модель оценки эффективности ЦТ предприятия, основанной на динамике трудоемкости. Предлагается подход, основанный на переходе к натурально-трудовым измерителям – экономии рабочего времени (челове-

ко-часов) на уровне отдельных производственных операций. Автором разработана модель количественной оценки прямого экономического эффекта ЦТ, основанная на анализе динамики трудоемкости и позволяющая разграничить технологический потенциал и его экономическую реализацию в рамках производственной системы.

Методологическая основа модели формируется на стыке нескольких теоретических направлений. Прежде всего, это теория производительности, в рамках которой труд рассматривается как ключевой производственный фактор, эффективность которого может быть повышена за счет технологического прогресса [5]. Во-вторых, это концепция транзакционных издержек (Р. Коуз [6], О. Уильямсон) [7]. Цифровые технологии, по своей сути, являются инструментом снижения издержек поиска информации, координации и контроля. В-третьих, важной является концепция системной сбалансированности производственных процессов, восходящая к теории ограничений Э. Голдратта [8]. Она постулирует, что производительность системы в целом определяется ее «узким местом», и рост производительности на других участках без реконфигурации всей системы не приводит к повышению общего выпуска.

Рассмотрим далее описание модели оценки эффективности ЦТ предприятия, основанной на динамике трудоемкости (рис. 1). Для оценки прямого эффекта от внедрения технологии на конкретном участке будем оперировать натуральными показателями выпуска и прямыми затратами рабочего времени.

Пусть производственный участок i изготавливает $v1(i)$ – объем продукции (в натуральных единицах) за анализируемый период до внедрения технологии; $T1(i)$ – общие затраты труда (в человеко-часах) за тот же период до внедрения технологии; $v2(i)$ и $T2(i)$ – аналогичные показатели после внедрения технологии.

Трудоемкость единицы продукции на участке i до внедрения $t1(i) = T1(i) / v1(i)$.

Потенциальный экономический эффект на участке i , выраженный в экономии трудовых затрат, рассчитывается по формуле:

$$\text{Епотенц}(i) = t1(i) * v2(i) - T2(i), \quad (1)$$

Затраты времени, которые потребовались бы для выпуска нового объема $v2(i)$ по старой технологии ($t1(i) * v2(i)$), вычитаются фактические затраты после внедрения ($T2(i)$). Положительное значение $\text{Епотенц}(i) > 0$ свидетельствует о достижении локальной экономии труда.

Для проекта, затрагивающего N участков, суммарный потенциальный эффект оценивается как:

$$\text{Епотенц}\Sigma = \sum_{i=1}^N \text{Епотенц}(i). \quad (2)$$

Эффект, рассчитанный по формуле (1), является потенциальным (локальным). Его реализация на уровне всего предприятия зависит от сбалансированности производственных процессов. Если рост производительности

на одном участке не сопровождается соответствующим изменением пропускной способности смежных участков, возникает дисбаланс (дефицит или перепроизводство промежуточной продукции), что приводит к потерям и не позволяет реализовать потенциальный эффект в полном объеме.

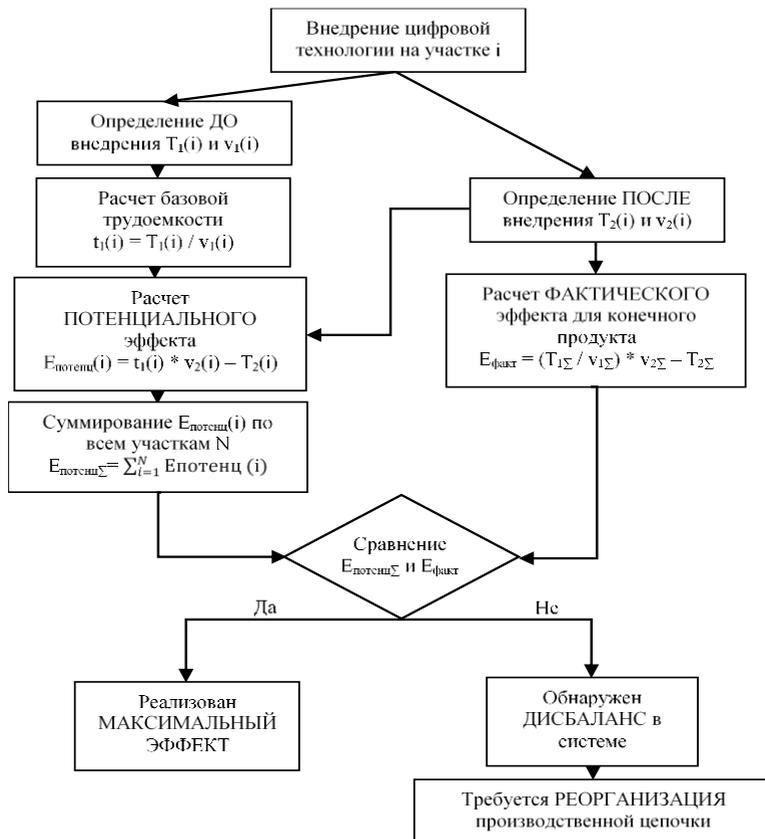


Рис. 1. Графическое представление модели оценки эффективности ЦТ на основе динамики трудоемкости

Источник: составлено автором.

Фактический эффект для конечного продукта (на уровне всего производственного цикла) рассчитывается по аналогичной формуле, где T и v относятся ко всему циклу производства конечного изделия:

$$E_{\text{факт}} = (T1_{\Sigma} / v1_{\Sigma}) * v2_{\Sigma} - T2_{\Sigma}, \quad (3)$$

где T_{Σ} и v_{Σ} – совокупные затраты труда и выпуск конечной продукции по предприятию за период.

Таким образом, ценность цифровой трансформации реализуется только при условии $E_{\text{факт}} \approx E_{\text{потенц}}$. Разрыв между этими величинами сигнализирует о наличии «узких мест» и необходимости организационно-технологической реконфигурации всего связанного процесса.

Таким образом, формализованная модель позволяет разграничить потенциальный (локально-технологический) и фактический (системно-экономический) эффект, четко определяя условие их совпадения – необходимость реорганизации всей производственной цепочки для обеспечения новой сбалансированности. Сценарный анализ на модельном примере продемонстрировал, что максимальный экономический результат достигается не при простой экономии затрат на автоматизированном участке, а при перераспределении высвобожденных ресурсов для масштабирования выпуска конечной продукции. Разработанный подход предоставляет руководству инструмент для прецизионной оценки отдачи от инвестиций в цифровизацию и обоснования сопутствующих организационных изменений.

Интегративная модель оценки совокупного экономического эффекта от цифровой трансформации предприятия. Цифровая трансформация предприятий представляет собой системный процесс, затрагивающий все аспекты деятельности: от основных производственных операций до управления и взаимодействия с рынком. В отличие от точечной автоматизации, она генерирует экономические эффекты через множество параллельных каналов. Однако управленческая практика зачастую фокусируется на оценке лишь одного, наиболее очевидного результата (экономии рабочего времени на конвейере), игнорируя сопутствующие выгоды и системные издержки [9]. Такой фрагментарный подход ведет к занижению реальной отдачи от инвестиций и, как следствие, к необоснованному отклонению потенциально эффективных проектов либо к неполной реализации их потенциала.

Параллельно с методологической проблемой существует и практический финансовый барьер. Даже потенциально высокорентабельный проект ЦТ может быть отвергнут предприятием из-за высокой первоначальной стоимости внедрения, не укладывающейся в допустимые для инвестора рамки бюджета и срока окупаемости. Это особенно актуально для средних предприятий и организаций в регионах с ограниченным доступом к капиталу. Таким образом, для комплексного анализа эффективности ЦТ необходима модель, которая интегрировала бы разнородные эффекты в единый показатель, а также явно учитывала бы фактор «цены внедрения» как ключевое ограничение.

Несмотря на широкое признание роли цифровой трансформации как драйвера роста производительности, значительная доля корпоративных проектов не достигает запланированной экономической отдачи. Одной из ключевых причин является фрагментарность подходов к оценке эффек-

тивности, не учитывающих многоканальность генерируемых эффектов и системные финансовые ограничения.

Рассмотрим далее разработанную автором интегративную модель, агрегирующую четыре ключевых компонента оценки совокупного экономического эффекта ЦТ: рост производительности живого труда, экономии материально-энергетических ресурсов, изменение амортизационной составляющей и сокращение непроизводственных издержек.

Совокупный экономический эффект цифровой трансформации за анализируемый период формируется как аддитивная функция частных эффектов, возникающих в ключевых сферах воздействия технологий:

$$E_{\Sigma} = E_T + E_S + E_A + E_{\text{Инепроеизв}}, \quad (4)$$

Компоненты модели.

1. E_T – эффект от роста производительности (экономия добавленного труда). Включает прямой результат повышения производительности живого труда на производственных участках, а также эффект от экономии внутренних материально-энергетических ресурсов (полуфабрикатов, энергии собственной генерации), выраженный в снижении трудозатрат на их производство. Первичная оценка ведется в человеко-часах (ΔT), с последующей денежной оценкой через внутреннюю стоимость человеко-часа добавленного труда (v): $E_T = v * \Delta T$.

2. E_S – эффект от экономии сырья, материалов, комплектующих и энергии, закупаемых на внешнем рынке. Рассчитывается как сокращение расходов на закупки в результате снижения удельного расхода или потерь. Имеет прямую денежную оценку.

3. E_A – эффект от изменения амортизационной составляющей стоимости оборудования. Отражает изменение доли амортизации в себестоимости единицы продукции после внедрения нового (или более интенсивного использования существующего) оборудования, может принимать как положительные (при росте выпуска на том же оборудовании), так и отрицательные (при внедрении более дорогого актива) значения. Расчет производится по формуле: $E_A = (A_1 / Q_1) * q_2 - (A_2 / Q_2) * q_2$, где A – стоимость актива, Q – прогнозный выпуск за срок службы, q – выпуск за отчетный период.

4. $E_{\text{Инепроеизв}}$ – эффект от сокращения непроизводственных (управленческих, административных) издержек. Включает экономию фонда оплаты труда административного персонала, операционные расходы (офис, ПО, коммуникации) за счет автоматизации рутинных процессов.

Разнородность компонентов (труд, материалы, амортизация) требует приведения к единой мере. Наиболее практичной для микроэкономического анализа является денежная форма. Эффект E_T переводится в деньги, как указано выше. Эффекты E_S , E_A , $E_{\text{Инепроеизв}}$ уже изначально имеют денежное выражение.

Реализация ЦТ сопряжена с единовременными и текущими затратами, составляющими «цену внедрения» (Цв). К ним относятся расходы на лицензии ПО, услуги интеграторов и консультантов, разработку, обучение персонала, организационные изменения. Инвестиции в расширение материальной базы (новые станки, здания) в Цв не включаются, а учитываются в соответствующих балансовых статьях [10-12].

Критерий экономической целесообразности проекта ЦТ на периоде t определяется чистым экономическим эффектом (ЧЭЭ):

$$\text{ЧЭЭ}_T = E_\Sigma - \text{Цв}, \quad (5)$$

Проект считается эффективным, если $\text{ЧЭЭ}_T > 0$. Период окупаемости находится как момент, когда кумулятивный E_Σ превышает Цв.

Величина Цв часто становится решающим фактором, особенно для предприятий, испытывающих бюджетные ограничения и предъявляющих жесткие требования к сроку окупаемости (часто 1-3 года).

Рис. 2 визуализирует интегративную модель, которая включает три этапа. Первый из них основан на анализе трудоемкости отдельных процессов, который приведен выше. На основе сравнения фактического и потенциального эффектов принимается решение о необходимости реорганизации производственной цепочки. На втором этапе производится расчет четырех компонентов совокупного эффекта от ЦТ на предприятии. На третьем этапе в явном виде выделен блок «Цена внедрения» как самостоятельный и критический фактор, вычитаемый из совокупного эффекта. Критерий $\text{ЧЭЭ} > 0$ становится точкой принятия решения.

Таким образом, необходима комплексная оценка совокупного эффекта от цифровой трансформации. Принятие решений на основе оценки лишь одного канала эффекта ведет к существенным ошибкам. Полная оценка позволяет выявить скрытую эффективность и корректно расставить приоритеты. «Цена внедрения» является ключевым параметром управления цифровизацией на предприятии. Ее снижение – мощный рычаг ускорения диффузии инноваций. Направления снижения Цв следующие:

– для предприятия, внедряющего технологии: выбор тиражируемых, отраслевых решений вместо кастомизированной разработки; использование облачных моделей взамен капитальных вложений в инфраструктуру;

– для экономики в целом: развитие экосистемы технологических компаний, инжиниринговых центров и цифровых платформ, которые за счет масштаба и специализации снижают удельную стоимость разработки для конечных потребителей.

Рост производительности инженеров, IT-специалистов, консультантов (создателей цифровых инструментов) имеет двойной положительный эффект: прямой – сокращает их собственные издержки и повышает прибыльность технологического сектора; косвенный (системный) – снижая Цв для предприятий-потребителей, он расширяет границы экономической

целесообразности цифровизации, вовлекая в процесс больше компаний. Это, в свою очередь, увеличивает совокупный спрос на цифровые решения и формирует положительную обратную связь, ускоряющую технологический прогресс во всей экономике.

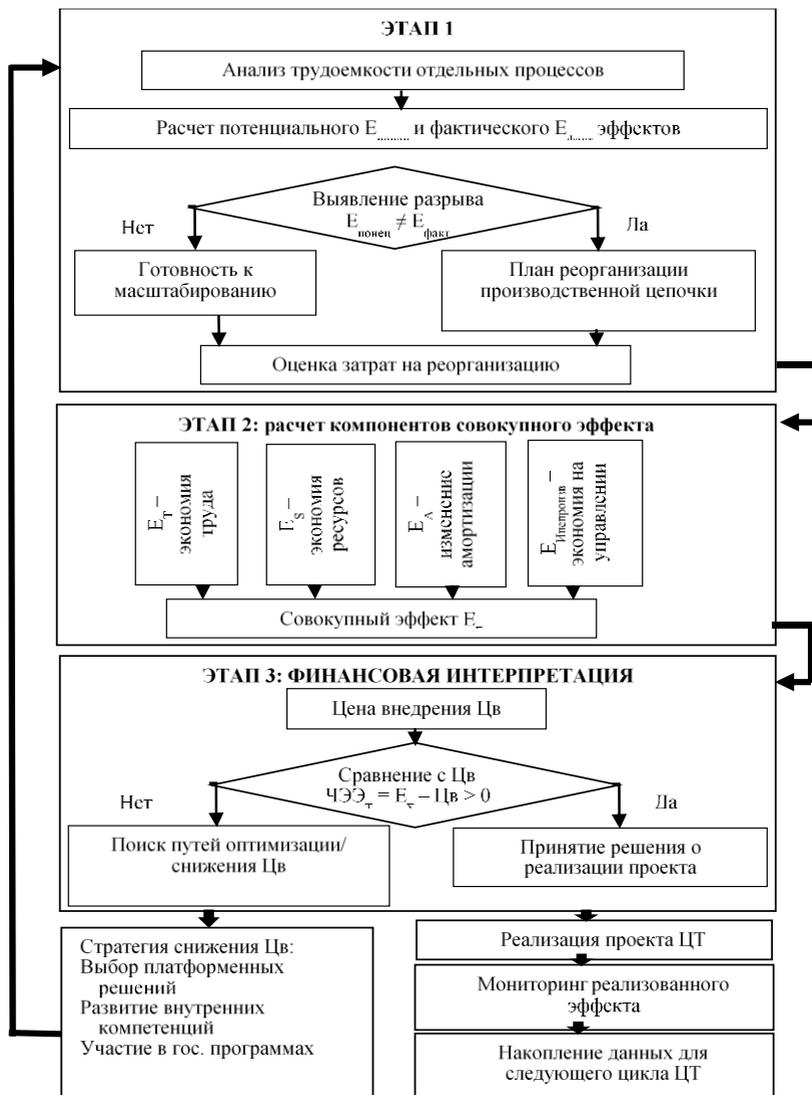


Рис. 2. Структурная диаграмма интегративной модели совокупного эффекта
 Источник: составлено автором.

Кроме этого, интегративная модель совокупного эффекта обеспечивает импликацию для региональной и отраслевой политики. Во-первых, поддержка развития местного ИТ- и инжинирингового сектора должна рассматриваться не как поддержка отдельной отрасли, а как инвестирование в инфраструктуру для цифровизации реального сектора региона. Снижение Цв за счет наличия локальных компетенций – конкурентное преимущество территории. Во-вторых, программы поддержки цифровизации МСП должны включать не только субсидии на закупку ПО, но и меры по снижению Цв: создание центров коллективного пользования цифровыми моделями («цифровых двойников»), проведение отраслевых хакатонов для разработки типовых решений, развитие реестра проверенных поставщиков.

Трехступенчатая модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации: переход с микро на мезоуровень. В контексте экономики инноваций цифровая трансформация перестала быть исключительно вопросом технологического обновления. Ее сущность раскрывается через фундаментальную модификацию структуры издержек предприятия, прежде всего – транзакционных и операционных, что соответствует концептуальным основам теории фирмы Р. Коуза [13] и теории транзакционных издержек О. Уильямсона [14]. Цифровые технологии (платформы, большие данные, искусственный интеллект, IoT) выступают катализатором, меняющим стоимость координации и взаимодействия экономических агентов, тем самым превращая технологический потенциал в экономическую ценность.

Первичным экономическим механизмом ЦТ является снижение транзакционных (затраты на поиск информации, ведение переговоров, контроль) и операционных (производственных) издержек, что создает основу для роста производительности, гибкости и инновационной активности. Однако эмпирические данные свидетельствуют о системной проблеме: по оценкам McKinsey, лишь порядка 31 % компаний достигают целевых показателей роста выручки от ЦТ, а ожидаемой экономии затрат – только 25 % [15]. Этот «парадокс низкой отдачи» указывает на то, что внедрение технологий является необходимым, но недостаточным условием успеха. Технологический потенциал реализуется лишь при синхронных и глубоких организационных изменениях.

Таким образом, актуальной научной задачей выступает разработка модели, которая интегрирует ключевые условия успеха (организационный фактор) и основной экономический механизм (снижение издержек). Такая модель позволяет объяснить, почему ЦТ создает экономическую ценность на уровне предприятия (микроуровень) и как эти микро-эффекты, накапливаясь, формируют структурные сдвиги на уровне отрасли и региона (мезоуровень). Анализ литературы позволяет выделить два ключевых, но часто разрозненных направления исследований.

1. *Условия успеха цифровой трансформации.* Исследования консалтинговых компаний (McKinsey, BCG) и академических институтов [16-18] последовательно показывают, что успех ЦТ зависит от комплекса не факторных условий. Их можно систематизировать в три группы. Первая из них – четкие стратегические цели и управление. ЦТ должна быть увязана с бизнес-стратегией, иначе превращается в набор разрозненных ИТ-проектов. Ко второй группе относятся межведомственная интеграция и сильное лидерство. Наличие ответственного лидера и кросс-функциональных команд преодолевает «силосное» мышление и обеспечивает сквозную оптимизацию процессов. Третья группа – цифровая грамотность и культура. Вовлеченность персонала, готовность к изменениям и наличие компетенций являются ой основой для принятия новых практик. Дополнительно выделяются факторы приверженности топ-менеджмента, ориентации на клиента и внедрения гибких методологий [9, 17, 18].

2. *Экономический механизм: теория транзакционных издержек.* С позиций экономической теории, цифровые технологии радикально снижают ключевую категорию издержек фирмы – транзакционные издержки [13, 14]. Инструменты типа блокчейна (смарт-контракты), платформ и AI минимизируют затраты на поиск партнеров, согласование условий и контроль исполнения договоров. Параллельно технологии IoT, роботизация и предиктивная аналитика напрямую сокращают операционные (производственные) издержки. Это снижение высвобождает ресурсы для реинвестирования в инновации и создает фундамент для роста производительности.

Представленные выше направления – организационные факторы и экономический механизм – часто исследуются изолированно. Отсутствует целостная модель, устанавливающая между ними причинно-следственную связь и объясняющая, почему при наличии технологий эффект может не наступить. Для разрешения обозначенной проблемы предлагается модель, представляющая собой логическую цепь создания ценности, включающую три последовательных ступени (рис. 3).

Ступень 1. Стратегический и организационный («Фундамент»). Создает необходимые организационные условия (стратегия, лидерство, культура). Данная ступень определяет способность организации актуализировать потенциал технологий. Она включает три системообразующих фактора, минимизирующих внутренние транзакционные издержки координации в период изменений: стратегические цели и управление – наличие измеримой стратегии ЦТ, увязанной с бизнес-целями; межведомственная интеграция и лидерство – роль лидера и кросс-функциональных команд; цифровая грамотность и культура – вовлеченность и компетенции персонала. Без этого фундамента инвестиции в технологии не дают отдачи. Факторы ступени 1 рассматриваются не просто как сопутствующие, а как необходимое условие и опережающий индикатор, без которого инвестиции в технологии не конвертируются в экономический эффект.



Рис. 3. Трехступенчатая модель оценки экономической эффективности цифровой трансформации

Источник: составлено автором.

Ступень 2. Прямые операционные эффекты («Двигатель»). Качество «Фундамента» (ступень 1) определяет, сможет ли организация реализовать первичный микроэкономический механизм цифровой трансформации – прямое воздействие цифровых решений на структуру затрат: сни-

жение транзакционных издержек (автоматизация документооборота, электронные платформы, смарт-контракты); снижение операционных издержек (оптимизация логистики и энергопотребления с помощью AI и IoT, предиктивный ремонт).

Ступень 3. Конечные экономические и инновационные результаты («Ценность»). Высвобожденные на ступени 2 «Двигатель» ресурсы конвертируются в конечные результаты деятельности фирмы: рост производительности, инновации, новые бизнес-модели.

Осуществляется переход на мезоуровень (отрасль, регион). Эффекты, накопленные на множестве предприятий, достигших ступени 3 «Ценность», агрегируются и формируют новые отраслевые и региональные тренды на мезоуровне: рост совокупной производительности в отрасли/регионе; развитие кооперационных сетей и платформенных экосистем, возможное благодаря снижению транзакционных издержек между фирмами; изменение отраслевой инновационной динамики в сторону ускорения.

Это «мост» между микро- и мезоанализом. Модель демонстрирует строгую причинно-следственную связь и направленность создания ценности: от организационных условий через микроэкономический механизм к результатам для фирмы и далее для экономики в целом – механизм агрегации микроэффектов в мезотренды. Это является ключевым вкладом в проблематику региональной и отраслевой экономики.

Выводы. Разработанные модели имеют принципиально практическую направленность.

1. Предложенная модель количественной оценки на основе натурально-трудовых измерителей восполняет существенный пробел в инструментарии управления цифровой трансформацией. Она позволяет перейти от деклараций о важности технологий к точному измерению их экономического вклада и создает основу для принятия обоснованных стратегических решений на уровне промышленного предприятия.

2. Интегративная модель переводит дискуссию об эффективности цифровой трансформации из качественной плоскости в строго количественную. Она обеспечивает менеджеров инструментом для комплексной оценки выгод и системного учета основного финансового ограничения – цены внедрения. Выявленная зависимость между производительностью в секторе разработки и доступностью ЦТ для реального сектора указывает на приоритетное направление для экономической политики, направленной на стимулирование инновационного развития.

3. Трехуровневая модель устанавливает строгую причинно-следственную связь между организационными условиями, микроэкономическим механизмом и конечными результатами цифровой трансформации, а также интегрирует разрозненные направления исследований: организационных факторов успеха и теории транзакционных издержек. Модель

показывает, как накопленная микроэкономическая эффективность формирует отраслевые и региональные траектории роста, основанные на повышенной производительности, сетевых формах кооперации и ускоренной инновационной динамике.

© Моисеев А.Е., 2026

Поступила в редакцию 19.01.2026

Принята к публикации 13.02.2026

Библиографический список

- [1] Три новых требования для обеспечения полной ценности цифровой трансформации // McKinsey&Company. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/three-new-mandates-for-capturing-a-digital-transformations-full-value> (дата обращения 12.01.2026).
- [2] Tabrizi B. et al. Digital Transformation Is Not About Technology // Harvard Business Review. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://hbr.org/2019/03/digital-transformation-is-not-about-technology> (дата обращения 12.01.2026).
- [3] Приказ от 23 декабря 2024 г. № 817 Об утверждении методики расчета показателя «Рост производительности труда в экономике Российской Федерации по отношению к 2023 году» // Министерство экономического развития Российской Федерации, – 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411124549/> (дата обращения 12.01.2026).
- [4] Национальный проект «Производительность труда» (презентационные материалы) // Министерство экономического развития Российской Федерации, – 2023. [Электронный ресурс]. URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/c54c12beb5cac5cf59b2fc0c0f374802/prezentacionnye_materialy.pdf
- [5] Шевчук А.Р., Осипов В.С. Верификация предсказательной и объяснительной силы модели экономического роста Солоу на основе современных статистических данных Германии и Франции (памяти Роберта Мертона Солоу // Государственное управление. Электронный вестник Выпуск. 2024. № 102. С. 95-105.
- [6] Коуз Р. Фирма, рынок и право: пер. с англ. М.: Дело ЛТД, 1993. 192 с.
- [7] Williamson О.Е. Transaction Cost Economics: An Overview. 2009. [Электронный ресурс]. URL: <http://organizationsandmarkets.files.wordpress.com/2009/09/williamson-o-transaction-cost-economics-an-overview.pdf>. (дата обращения 12.01.2026).
- [8] Голдратт Э.М., Кокс Д. Процесс непрерывного улучшения. Специальное издание: пер. с англ. Минск: Попурри, 2024. 400 с.
- [9] Westerman G. et al. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press, 2014. 292 p.
- [10] Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Форма федерального статистического наблюдения № 3-ИНФОРМ [Электронный ресурс].

- URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=44&documentId=46846> (дата обращения 12.01.2026).
- [11] Росстат. Индикаторы цифровой экономики: 2023: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова и др. М.: НИУ ВШЭ, 2023. 278 с.
- [12] Цифровая экономика: 2024: краткий статистический сборник / Л.М. Гохберг и др. М.: НИУ ВШЭ, 2024. 126 с.
- [13] Coase R.H. The Nature of the Firm // *Economica*. 1937. Vol. 4. N. 16. P. 386-405.
- [14] Williamson O.E. The Economic Institutions of Capitalism. N. Y.: Free Press, 1985. 450 p.
- [15] Джавади Я. 7 столпов цифровой трансформации как основы непрерывного роста бизнеса // *iBusiness*. 2022. Т. 14. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=119764> (дата обращения 12.01.2026).
- [16] Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Vol. 28. N 2. P. 118-144.
- [17] Fitzgerald M. et al. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative // *MIT Sloan Management Review*. 2014. Vol. 55. No. 2. P. 1-12
- [18] Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation / G.C. Kane, D. Palmer, A.N. Phillips, D. Kiron and N. Buckley // *MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press*. 2015. July. P. 3-16.

A.E. Moiseev

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TRANSFORMATION AT THE MICRO LEVEL

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. It is shown that assessing the effectiveness of digital transformation at various management levels is an important and pressing task. Existing methodologies rely on calculations of changes in labor productivity based on OECD recommendations based on data on man-hours worked, or on recommendations from the Russian Ministry of Economic Development based on the ratio of value added to the number of employees. Such methodologies are ineffective for measuring the direct impact of specific technological changes at the enterprise level. This paper presents models for assessing the effectiveness of digital transformation at the micro level. The first model is based on a transition to natural labor metrics – savings in working time (man-hours) at the level of individual production operations. The formalized model distinguishes between potential (local-technological) and actual (system-economic) effects, clearly defining the condition for their coincidence—the need to reorganize the entire production chain. The results of this model are used to substantiate a second, integrative model of the enterprise's overall economic impact from digital transformation, the key parameter of which is the "implementation cost," which determines the accessibility of digitalization for enterprises with

limited resources and strict payback requirements. The third, three-stage model for assessing the economic effectiveness of digital transformation demonstrates a strict cause-and-effect relationship and the direction of value creation: from organizational conditions through the microeconomic mechanism to firm-level results and then to the industry's overall economy – a mechanism for aggregating microeffects into mesotrends.

Keywords: digital transformation, performance assessment, labor intensity dynamics, potential and actual effects, implementation cost, three-stage model, cause-and-effect relationship.

References

- [1] Three New Mandates for Capturing a Digital Transformation's Full Value. (2023). McKinsey & Company. [Electronic resource]. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/tech-and-ai/our-insights/three-new-mandates-for-capturing-a-digital-transformations-full-value>.
- [2] Tabrizi, B., Lam, E., Girard, K., Irvin, V. (2019). Digital Transformation Is Not About Technology. *Harvard Business Review*. [Electronic resource]. Available at: <https://hbr.org/2019/03/digital-transformation-is-not-about-technology>.
- [3] Ministry of Economic Development of the Russian Federation. (2024). [Order of December 23, 2024 No. 817 On approval of the methodology for calculating the indicator "Growth of labor productivity in the economy of the Russian Federation in relation to 2023"]. [Electronic resource]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411124549/>. (In Russ.).
- [4] Ministry of Economic Development of the Russian Federation. (2023). [National project "Labor Productivity" (presentation materials)]. [Electronic resource]. Available at: https://www.economy.gov.ru/material/file/c54c12beb5cac5cf59b2fc0c0f374802/prezentacionnye_materialy.pdf. (In Russ.).
- [5] Shevchuk, A. R., Osipov, V. S. (2024). [Verification of the Predictive and Explanatory Power of the Solow Model of Economic Growth Based on Modern Statistical Data from Germany and France]. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyi vestnik* [Public Administration. Electronic Bulletin]. No. 102, pp. 95-105. (In Russ.).
- [6] Coase, R. (1993). *Firma, rynek i pravo* [The Firm, the Market, and the Law]. Moscow: Delo LTD, 192 p. (Russian Translation.).
- [7] Williamson, O. E. (2009). Transaction Cost Economics: An Overview. [Electronic resource]. Available at: <http://organizationsandmarkets.files.wordpress.com/2009/09/williamson-o-transaction-cost-economics-an-overview.pdf>.
- [8] Goldratt, E. M., Cox, J. (2024). *Protsess nepreryvnogo sovershenstvovaniya* [The Goal: A Process of Ongoing Improvement]. Minsk: Popurri, 400 p. (Russian Translation.).
- [9] Westerman, G., Bonnet, D., McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press, 292 p.
- [10] Federal State Statistics Service (Rosstat). (2024). [Federal statistical observation form No. 3-INFORM "Information on the use of digital technologies and the production of related goods (works, services)"]. [Electronic resource]. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=44&documentId=46846>. (In Russ.).

-
- [11] Abdrakhmanova, G. I., Vishnevsky, K. O., Gokhberg, L. M., et al. (2023). *Indikatoriy tsifrovoy ekonomiki: 2023: statisticheskiy sbornik* [Digital Economy Indicators: 2023: Statistical Digest]. Moscow: HSE University, 278 p. (In Russ.).
- [12] Gokhberg, L. M., et al. (2024). *Tsifrovaya ekonomika: 2024: kratkii statisticheskiy sbornik* [Digital Economy: 2024: Brief Statistical Digest]. Moscow: HSE University, 126 p. (In Russ.).
- [13] Coase, R. H. (1937). The Nature of the Firm. *Economica*. Vol. 4, No. 16, pp. 386-405.
- [14] Williamson, O. E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: Free Press, 450 p.
- [15] Javadi, Y. (2022). 7 Pillars of Digital Transformation as the Foundation for Continuous Business Growth. *iBusiness*. Vol. 14, No. 3. [Electronic resource]. Available at: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=119764>.
- [16] Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. Vol. 28, No. 2, pp. 118-144.
- [17] Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D., Welch, M. (2014). Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative. *MIT Sloan Management Review*. Vol. 55, No. 2, pp. 1-12.
- [18] Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D., Buckley, N. (2015). Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review and Deloitte University Press*. July, pp. 3-16.

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 657.471:658.5:338.45

*EDN RNPALL***И.Е. Мизиковский**

МОНИТОРИНГ ЗАПАСОВ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ПОТЕРЬ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Нижний Новгород, Россия

Рассматриваются пути повышения качества управления запасами товарно-материальных ценностей на складах промышленных предприятий как одного из ключевых факторов снижения рисков потерь материальных ресурсов промышленного предприятия. Целью исследования явилась разработка практико-ориентированных подходов к проведению перманентного внутрихозяйственного мониторинга формирования и хранения запасов товарно-материальных ценностей; в задачи входит структурирование системы ключевых показателей данной функции управления и их инкорпорирование в информационное пространство принятия превентивных решений по снижению рисков потерь материальных ресурсов. В качестве методов исследования использовались: структурно-функциональный и процессно-функциональный подходы; наблюдение, сбор и обработка данных; системный анализ; декомпозиция; графическая визуализация; формализация. Представленная система ключевых показателей состояния запасов товарно-материальных ценностей на складах предприятия составляет основу информационно-инструментального пространства оперативного диагностирования и максимально точной семантической интерпретации состояния материальных ресурсов, позволяющих лицу, принимающему решения, оперативно оценивать ситуацию и прогнозировать развитие событий. Разработанные аналитические регистры (ведомости) могут быть использованы в качестве многоуровневой и многофункциональной информационной базы внутрихозяйственной отчетности и других средств поддержки управленческих решений по снижению потерь материальных ресурсов и формированию стратегии в данном направлении.

Ключевые слова: запасы товарно-материальных ценностей; финансовая устойчивость; ключевые показатели эффективности; неликвиды; оборачиваемость

запасов; коэффициент сохранности запасов; ресурсосбережение; информационно-инструментальное пространство.

Введение. Повышение уровня конкурентоспособности и финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта реального сектора экономики требует постоянной сфокусированности менеджмента на текущем состоянии хозяйственной деятельности и, прежде всего, на его «проблемных» участках, наиболее уязвимых для возникновения различного рода потерь. Исходя из концепции бережливого производства [1], к таким участкам можно отнести процессы, связанные с формированием запасов товарно-материальных ценностей (ЗТМЦ) на складах предприятия. Согласно Федеральному стандарту бухгалтерского учета ФСБУ 5/2019, запасы представляют собой «активы, потребляемые или продаваемые в рамках обычного операционного цикла организации, либо используемые в течение периода не более 12 месяцев» [2]. В соответствии с Международным стандартом финансовой отчетности (МСФО) (IAS) 2, «запасы – это активы, предназначенные для продажи в ходе обычной деятельности, находящиеся в процессе производства для такой продажи или находящиеся в виде *сырья или материалов*, которые *будут* потребляться в процессе производства или оказания услуг» [3]. Таким образом, сырье и материалы, находящиеся на складах предприятия, по определению, не задействованы в производстве и, следовательно, их запасы напрямую не приносят экономических выгод, в то время как расходы на их заготовление и хранение, по определению, привели и приводят к уменьшению последних [4].

Надо отметить, что стандарт [3], по существу, основан на оптимистичном сценарии динамики ЗТМЦ на складах. В реалиях производственно-хозяйственной деятельности объективно существуют риски возникновения сверхнормативных запасов и их крайней формы – неликвидов или дефицита ресурсов. Первые имплицируют трансформацию расходов на приобретение и обслуживание запасов в условиях склада в потери, причем последние, связанные со складской логистикой, имеют накопительный характер, определяемый периодом нахождения ЗТМЦ на складе, и относятся в терминологии системы бережливого производства к потерям второго рода [5]. Второе состояние приводит к существенным потерям производства, связанным с неравноценной заменой материала или ожиданием его поставки.

Формирование ЗТМЦ, предполагающее комплексную реализацию сложно структурированных материальных, трудовых и финансовых процессов накопления, распределения и перераспределения ресурсов на материальных складах предприятия, является важным этапом стадии приобретения материалов жизненного цикла продукции (ЖЦП) [6] и одним из системообразующих элементов ресурсопотребления [7] в потоке создания ценности. В рамках соблюдения требований ресурсосбережения [8], что

выступает обязательным условием успешного развития современного предприятия реального сектора экономики, риски возможных потерь ЗТМЦ можно сгруппировать по экономическим, социальным, экологическим и технологическим критериям.

Снижение рисков возникновения потерь, связанных с формированием и хранением ЗТМЦ на складах промышленного предприятия, требует перманентной реализации внутривоздейственного мониторинга, позволяющего оперативно диагностировать и экономически интерпретировать состояние данного вида запасов; структурировать информационную базу превентивных решений, направленных на сведение к минимуму вероятности различных негативных сценариев в рассматриваемой сфере деятельности. Реализация данной функции управления основана на применении набора метрик ЗТМЦ, позволяющих определить степень их текущего соответствия заданным уровням ресурсосбережения и бережливого производства, деловой активности; применимости в технологических процессах; сохранности; финансовой устойчивости; экономической эффективности; экологической и социальной безопасности.

Проведенные нами исследования на ряде предприятий г. Кстово и Кстовского района городского округа города Нижний Новгород показали, что в их системах внутривоздейственного управления, по существу, отсутствуют устойчивые регламенты формирования набора показателей перманентного мониторинга состояния ЗТМЦ. Анализ применяемых на предприятиях методик позволил заключить, что из совокупности используемых критериев и параметров оценки состояния запасов материалов выпадает ряд критически важных метрик, позволяющих идентифицировать степень соответствия текущих складских запасов заданным показателям ресурсосбережения и бережливого производства. Проблема усугубляется недостатками информационного пространства, связанными как с избыточностью и дублированием сведений, так и с их определенным дефицитом, например, в сфере экологических и социальных характеристик ЗТМЦ.

Таким образом, целью представленного в статье исследования выступает генерирование практико-ориентированных подходов к проведению перманентного внутривоздейственного мониторинга формирования и хранения запасов товарно-материальных ценностей промышленного предприятия; в задачи входит структурирование системы ключевых показателей данной функции управления и их инкорпорирование в информационное пространство принятия превентивных решений по снижению рисков возникновения потерь материальных ресурсов.

Методы. В ходе проведенного исследования в рамках структурно-функционального подхода использовались методы наблюдения, сбора, обработки, обобщения и системного анализа; процессно-функционального подхода; декомпозиции; графической визуализации и формализации.

Структурно-функциональный подход позволил рассмотреть предметную область исследования в качестве системы, состоящей из взаимосвязанных элементов, каждый из которых выполняет определенную функцию. Наблюдение, сбор и обработка информации осуществляются в качестве интегрированного инструмента оперативного и целенаправленного фиксирования процессов и событий, имеющих место в предметной области. Обобщение аккумулируемых данных позволяет группировать их по определенным критериям, выявить общие закономерности. Системный анализ предполагает комплексное исследование предметной области с позиций структурирования прямой и обратной связи субъекта и объекта управления, а также изучение факторов влияния внешних и внутренних воздействий. Декомпозиция обеспечивает исследование предметной области путем ее дифференцирования на иерархически упорядоченные подсистемы и элементы. Графическая визуализация позволяет субъективировать совокупность данных в виде диаграмм и иных графических изображений. Формализация представляет собой набор инструментов разработки форм отражения данных, в том числе, в документированном виде.

Теоретико-методологические подходы. Состояние уровня ЗТМЦ представимо с помощью нормативного O_n и фактического O_f количественных показателей. Расчет O_n осуществляется по формуле (1).

$$O_n = (\text{НРП} * t) * K_{бз} \quad (1)$$

где: НРП – ежесуточный расход (руб.) материалов со склада на производство; t – средний интервал (в днях) пополнения запасов; $K_{бз}$ – усредненный повышающий коэффициент буферной (страховой) части ЗТМЦ.

Показатель O_n на момент сопоставления с O_f пересчитывается, исходя из фактических потребностей в материальных запасах в текущем периоде, и принимает значение $O_{н1}$ (2):

$$D = O_f - O_{н1} \quad (2)$$

где D – результат сопоставления $O_{н1}$ и O_f .

Как правило, величина D гибко интерпретируется предприятием с учетом текущих реалий финансово-хозяйственного состояния. Вместе с тем, для исследуемых организаций, величина D допустима в диапазоне от 3 до 7 %.

Одним из существенных факторов негативного влияния на величину D может быть наличие неликвидов, т.е. запасов, которые «по различным причинам остаются на складах предприятия и не используются в дальнейшем производстве» [9]. Доля неликвидов в совокупности с другими видами ресурсов, запасы которых на текущий момент превышают установленные нормы хранения на складах, определяется с помощью коэффициента $K_{нл}$ (3):

$$K_{нл} = ((\text{НЛ} + \text{СНЗ})_{нп} + (\text{НЛ} + \text{СНЗ})_{кп}) / 2 / O_{срд}, \quad (3)$$

где: $(НЛ+СНЗ)_{\text{нп}}$ и $(НЛ+СНЗ)_{\text{кп}}$ – суммы неликвидов НЛ и сверхнормативных запасов СНЗ на начало и конец периода соответственно; $O_{\text{срд}}$ – средняя величина ЗТМЦ в текущем периоде.

Для исследуемых предприятий доля неликвидов в совокупности с другими видами ресурсов, запасы которых на текущий момент превышают установленные нормы хранения на складах, в $O_{\text{срд}}$ не должна превышать 3 %, в исключительных случаях, сверхнормативные запасы, не относящиеся к неликвидам, могут достигать 5 %. В последнем случае расчет показателей состояния рассматриваемых видов ресурсов производится отдельно.

Негативное влияние на величину Д, безусловно, оказывают нарушения сохранности запасов, в том числе, хищения Х, порча П и недостачи Н материальных ресурсов, возникшие по другим причинам. Интегрированный коэффициент сохранности запасов рассчитывается по формуле (4):

$$K_c = (\Pi + X + H) / O_{\text{срд}} \quad (4)$$

Интегрированный коэффициент K_c не должен превышать значение 0,01, т.е. 1 % от величины $O_{\text{срд}}$.

Важным фактором влияния на состояние ЗТМЦ выступает величина неотфактурованных товаров $E_{\text{ф}}$, т.е. материалов, поступивших на склад, но не признанных в качестве запасов в силу отсутствия необходимых для этого документов [10], остатки которых можно отразить с помощью формулы (5):

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{нп}} + E_{\text{р}} - E_{\text{кп}}, \quad (5)$$

где $E_{\text{нп}}$, $E_{\text{кп}}$ и $E_{\text{р}}$ – объемы остатков неотфактурованных на начало/конец периода и поступление данных материалов в течение отчетного периода соответственно.

Ключевыми показателями деловой активности ЗТМЦ являются индикаторы оборачиваемости K_o и ТД, измеряемые, соответственно, количеством оборотов и количеством дней, рассчитываемые по следующим формулам (6) и (7):

$$K_o = \text{СРП} / O_{\text{срд}}, \quad (6)$$

$$\text{ТД} = (O_{\text{срд}} * t) / \text{СРП}, \quad (7)$$

где СРП – себестоимость реализованной продукции; t – количество дней в текущем периоде.

Основными показателями финансовой устойчивости ЗТМЦ выступают параметры обеспеченности данного вида запасов собственными средствами (ОСС) и покрытия финансовыми ресурсами (ПМЗ), представимые в виде следующих показателей (формулы 8 и 9):

$$\text{ОСС} = \text{СОС} / O_{\text{срд}}, \quad (8)$$

$$\text{ПМЗ} = (\text{СОС} + \text{ККЗ} + \text{КЗ}) / O_{\text{срд}}, \quad (9)$$

где СОС – собственные оборотные средства предприятия, представляющие разницу между собственным капиталом и внеоборотными активами [11]; ККЗ – краткосрочные кредиты и займы на закупку материальных ресур-

сов; КЗ – краткосрочная кредиторская задолженность перед поставщиками материальных ресурсов.

Практика показывает, что значение ОСС должны находиться в пределах $0,6 \leq \text{ОСС} < 1$, поскольку значительная часть запасов финансируется из собственных источников; величина ПМЗ должна варьировать в пределах $1,0 \leq \text{ПМЗ} \leq 1,5$, что свидетельствует об оптимальном покрытии.

Технологическая применимость ЗТМЦ косвенно может характеризоваться долей материалов, возвращенных на склад потребителями – производственными подразделениями, прежде всего, по причинам брака O_6 ; несоответствия стандартам качества или техническим условиям использования на производстве, а также в силу влияния иных факторов $O_{эс}$, в том числе, экологических и социальных, препятствующих их продуктивному использованию в потоке создания ценности.

Коэффициент реверсии, характеризующий долю возвращенных материалов поставщику материалов в $O_{срд}$, рассчитывается по формуле (10):

$$K_{рв} = O_6 + O_{эс} / O_{срд}. \quad (10)$$

Для исследуемых предприятий $K_{рв}$ не должен превышать 0,01 % от величины $O_{срд}$. Показатели экономической эффективности ЗТМЦ, отражающие их рентабельность $P_{т6}$, исходя из прибыли от продаж продукции предприятия (11) и реализации на сторону отдельных материальных позиций $P_{т61}$ (12), а также экономии \mathcal{E}_3 затрат на хранение запасов на складах (13) представлены ниже:

$$P_{т6} = (\Pi_{п} / O_{срд}) * 100\%, \quad (11)$$

$$P_{т61} = (\Pi_о / MC) * 100\%, \quad (12)$$

$$\mathcal{E}_3 = (Z_0 - Z_1) / Z_0, \quad (13)$$

где $\Pi_{п}$ – прибыль от продаж продукции предприятия; $\Pi_о$ – прибыль от продаж материалов из складских запасов; Z_1 , Z_0 – затраты на хранение ЗТМЦ на складах в текущем и прошлом периодах соответственно.

Для рассматриваемых предприятий нижний порог $P_{т6}$ и $P_{т61}$ должен составлять 9 %; положительное значение \mathcal{E}_3 означает, что затраты на хранение снизились по сравнению с прошлым периодом.

Показатели динамики обеспечения экологической \mathcal{E}_3^1 и социальной \mathcal{E}_3^2 безопасности предлагается рассчитать с помощью косвенных характеристик способом, аналогичным с (13):

$$\mathcal{E}_3^1 = (Z_3^0 - Z_3^1) / Z_3^0 \quad (14)$$

$$\mathcal{E}_3^2 = (Z_{тр}^0 - Z_{тр}^1) / Z_{тр}^0, \quad (15)$$

где: Z_3^1 , Z_3^0 – штрафы за нарушение экологических требований обращения с ЗТМЦ на складах в текущем и прошлом периодах соответственно; $Z_{тр}^1$, $Z_{тр}^0$ – выплаты складскому персоналу, связанные с нанесением ущерба здоровью из-за токсичных или иных свойств материалов, негативно влияющих на здоровье человека в текущем и прошлом периодах соответственно.

Положительное значение $\text{Э}\alpha^1$ говорит о снижении экологических штрафов и, как следствие, об укреплении экологической безопасности запасов. Положительное значение $\text{Э}\alpha^2$ свидетельствующее о снижении выплат, косвенно указывает на улучшение условий труда складских работников.

Результаты. Динамику ЗТМЦ на складах исследуемых предприятий можно представить в виде контекстной диаграммы (рис. 1).



Рис. 1. Контекстная диаграмма динамики материальных запасов на исследуемых предприятиях:

- 1 – пополнение запасов; 2 – неотфактурованные поставки;
3 – возврат с производства; 4 – возврат материалов;
5 – отпуск на производство; 6 – отпуск на утилизацию;
7 – отпуск на сторону (продажи)

Источник: составлено автором

Внутрихозяйственный анализ данной сложно структурированной динамической системы основывается на показателях текущего состояния (табл. 1).

Таблица 1.

**Ведомость состояния запасов товарно-материальных ценностей на складе
Предприятие: ООО «XXXX». Код документа: 61. Период: октябрь 2025 г.
Отчетная дата: 31.10.2025 (фрагмент)**

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Запасы материальных ресурсов на складе на начало периода, тыс. руб.	2000
2	Запасы материальных ресурсов на складе на конец периода, тыс. руб.	2200
3	Реализовано на сторону, тыс. руб.	0
4	Прибыль от реализации материалов на сторону, тыс. руб.	0
5	Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	12600,00
6	Прибыль от продаж продукции предприятия, тыс. руб.	766,31
7	Собственные оборотные средства, тыс. руб.	3800,00
8	Краткосрочные кредиты и займы на закупку материальных ресурсов, тыс. руб.	1500,00

Окончание табл. 1.

9	Кредиторская задолженность поставщикам материальных ресурсов, тыс. руб.	600,00
10	Возврат поставщику, тыс. руб.	0,00
11	Неликвиды и прочие сверхнормативные запасы на начало периода, тыс. руб.	15,00
12	Неликвиды и прочие сверхнормативные запасы на конец периода, тыс. руб.	20,00
13	Потери запасов (хищения, порча, недостачи), тыс. руб.	16,00
14	Коэффициент оборачиваемости, (обороты) $c.14 = c.5 / ((c.1 + c.2) / 2)$	6,0
15	Коэффициент оборачиваемости, (дни) $c.15 = ((c.1 + c.2) / 2) * 30 / c.5$	5,0
16	Рентабельность запасов $c.16 = (c.6 / ((c.1 + c.2) / 2)) * 100\%$	34,48
17	Коэффициент реверсии $c.17 = c.10 / ((c.1 + c.2) / 2)$	0
21	Коэффициент неликвидов и прочих сверхнормативных запасов $c.21 = ((c.11 + c.12) / 2) / ((c.1 + c.2) / 2) * 100\%$	1,66
22	Коэффициент сохранности запасов $c.22 = (c.13 / ((c.1 + c.2) / 2)) * 100\%$	0,7
23	Коэффициент обеспеченности собственными средствами $c.23 = c.7 / ((c.1 + c.2) / 2)$	1,81
24	Коэффициент покрытия материальных запасов $c.24 = (c.7 + c.8 + c.9) / ((c.1 + c.2) / 2)$	2,81
25	Затраты на хранение запасов в текущем периоде	640
26	Затраты на хранение запасов в прошлом периоде	642
27	Коэффициент экономии затрат на хранение складских запасов $c.27 = ((c.26 - c.25) / c.26) * 100\%$	0,3 %
28	Сумма штрафов, пенни и неустоек за нарушение экологических требований в текущем периоде	0
29	Сумма штрафов, пенни и неустоек за нарушение экологических требований в прошлом периоде	0
30	Сумма возмещений вреда здоровью персонала складов и иных работников предприятия в текущем периоде	0
31	Сумма возмещений вреда здоровью персонала складов и иных работников предприятия в прошлом периоде	0
32	Коэффициент экологической безопасности $c.32 = ((c.29 - c.28) / c.29) * 100\%$	0
33	Коэффициент безопасности труда $c.33 = ((c.31 - c.30) / c.31) * 100\%$	0

Главный бухгалтер

И.И. Иванов

Источник: разработка автора.

На основании представленных данных «Ведомости состояния запасов товарно-материальных ценностей на складе» проведена диагностика состояния материально-технических запасов предприятия за отчетный период.

1. Динамика запасов

- Начальный остаток: 2 000 тыс. руб.
- Конечный остаток: 2 200 тыс. руб.
- Прирост запасов: +10 % (+200 тыс. руб.)
- Средний остаток за период: 2100 тыс. руб.

Оценка: умеренный прирост не вызывает рисков потерь при высокой оборачиваемости.

2. Эффективность использования запасов

- Коэффициент оборачиваемости: 6 оборотов/период.

Оценка: высокая скорость оборота, характерная для эффективно управляемых запасов.

- Коэффициент оборачиваемости: 5 дней/оборот.

Оценка: для машиностроительного предприятия 5 дней – крайне низкий показатель (в 3 раза меньше среднестатистического показателя машиностроительных отраслей); *риск потерь:* дефицит запасов может привести к остановкам производства при задержках поставок.

- Рентабельность запасов: 34,48 %.

Оценка: уровень рентабельности остается высоким.

3. Качество запасов

- Коэффициент неликвидов: 1,66 %.

Оценка: доля неликвидов невелика, но наблюдается рост (с 15 до 20 тыс. руб.); *риски потерь* относительно низкие. Требуется анализ причин и меры по оптимизации.

- Коэффициент сохранности: 0,7 %.

Оценка: потери (16 тыс. руб.) составляют незначительную долю от среднего остатка. *Риски потерь* от хищений/порчи контролируемы, но требуют мониторинга.

4. Финансовая устойчивость

- Коэффициент обеспеченности собственными средствами: 1,81.

Оценка: собственные оборотные средства (3 800 тыс. руб.) покрывают запасы с избытком (в 1,81 раза), снижая зависимость от заемного капитала.

- Коэффициент покрытия материальных запасов: 2,81.

Оценка: высокий уровень платежеспособности: источники финансирования (собственные средства, кредиты и кредиторская задолженность) в 2,81 раза превышают запасы.

5. Затраты на хранение

- Затраты в текущем периоде: 640 тыс. руб.
- Затраты в прошлом периоде: 642 тыс. руб.
- Коэффициент экономии затрат: 0,3 %.

Оценка: экономия минимальна. Необходим детальный анализ структуры затрат для поиска резервов оптимизации.

6. Экологическая и трудовая безопасность

- Коэффициент экологической безопасности: 0 %.
- Коэффициент безопасности труда: 0 %.

Оценка: отсутствие штрафов и возмещений – позитивный фактор. Нулевые значения коэффициентов обусловлены отсутствием базы для расчета (все показатели равны нулю).

Итоговые выводы

Сильные стороны

- Высокая оборачиваемость запасов (6 оборотов/период).
- Достойный уровень рентабельности запасов (34,48 %).
- Достаточная обеспеченность собственными средствами (1,81).
- Высокий коэффициент покрытия запасов (2,81).
- Низкие потери запасов (0,7 % от среднего остатка).

Слабые стороны и риски потерь

- Рост неликвидных запасов (+5 тыс. руб. за период).
- Минимальное снижение затрат на хранение (0,3 %).
- Критически низкая оборачиваемость (5 дней) для машиностроительной отрасли.

Рекомендации

1. Провести инвентаризацию неликвидов (20 тыс. руб. на конец периода): выявить причины накопления; разработать план утилизации или реализации.

2. Анализировать структуру затрат на хранение для поиска резервов экономии (текущая экономия – лишь 0,3 %).

3. Увеличить оборачиваемость до 10-15 дней.

4. Усилить контроль коэффициента неликвидов во избежание его роста и за сохранностью запасов, несмотря на низкие потери (0,7 %), чтобы предотвратить возможные хищения или порчу.

5. Регулярно пересчитывать ключевые показатели (оборотная способность, рентабельность, сохранность) для оперативного реагирования на изменения.

Обсуждение. Результаты проведенного исследования подтвердили ключевую гипотезу: систематический внутривозвратный мониторинг ЗТМЦ действительно служит эффективным инструментом снижения рисков потерь материальных ресурсов. Анализ данных ООО «XXXX» проде-

монстрировал, что комплекс предложенных показателей (оборачиваемость, рентабельность, сохранность, финансовая устойчивость и др.) позволяет оперативно выявлять риски возможных потерь в диапазоне от роста неликвидов (1,66 %) до критически низкой оборачиваемости (5 дней при отраслевой норме 10-15 дней).

В ходе дальнейших исследований целесообразно провести апробацию системы мониторинга на предприятиях других отраслей реального сектора экономики (металлургия, химия и нефтехимия, пищевая промышленность) и регионов; расширить временной горизонт; исследовать возможности автоматизации сбора и анализа данных с использованием RFID-меток, систем WMS (Warehouse Management System), алгоритмов машинного обучения для прогнозирования спроса и формирования оптимальных запасов; разработать отраслевые стандарты; исследовать влияние человеческого фактора (мотивация персонала, культура бережливого производства и инновационная культура) на эффективность мониторинга ЗТМЦ; интегрировать в систему информационного обеспечения применение ESG-стратегии предпринимательских альянсов [12, 13].

Заключение. В ходе проведенного исследования достигнута его ключевая цель – разработана и надлежало апробирована система ключевых показателей мониторинга ЗТМЦ, на базе которой стало возможным принимать оптимальные превентивные решения, направленные на снижение рисков потерь рассматриваемых ресурсов на промышленном предприятии. Теоретический анализ, опирающийся на структурно-функциональный и процессно-функциональный подходы, а также на ключевые нормативные документы (ФСБУ 5/2019, МСФО (IAS) 2), позволил четко определить сущность ЗТМЦ, систематизировать основные риски их формирования и хранения и обосновать необходимость непрерывного мониторинга. Научно обоснована потребность усиления мониторинга ЗТМЦ, от уровня результативности которого зависит качество принимаемых превентивных решений по снижению рисков потерь рассматриваемых ресурсов, что выступает важным фактором повышения конкурентоспособности и финансовой устойчивости промышленного предприятия.

© Мизиковский И.Е., 2026

Поступила в редакцию 01.10.2025

Принята к публикации 20.01.2026

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России Национальному исследовательскому Нижегородскому государственному университету им. Н.И. Лобачевского по научной теме: FSWR-2026-0008 «Методология мониторинга, диагностирования, экономико-правовой оценки и прогнозирования рисков ресурсопотребления организации с использованием математических методов и искусственного интеллекта»

Библиографический список

- [1] Polyakova N.P. Concept of Lean Manufacturing and Processes Digitalization represent two factors of the construction efficiency uptake // Современное профессиональное образование. 2025. No. 6. P. 96-101.
- [2] Федеральный стандарт бухгалтерского учета ФСБУ 5/2019 «Запасы». URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=133539&ysclid=mhq13waqhm784423101 (дата обращения 08.11.2025).
- [3] Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 2 «Запасы». URL: https://minfin.gov.ru/common/upload/library/no_date/2013/IAS_02.pdf?ysclid=mhq1izu0ga562654047 (дата обращения 09.11.2025).
- [4] Положение по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12508/0463b359311ddd34a4b799a3a5c57ed0e8098ec/ (дата обращения 04.11.2025).
- [5] Марчвински Ч., Шук Дж. Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 123 с. С. 77.
- [6] ПНСТ 452.1-2020. Предварительный национальный стандарт Российской Федерации. Инновационный менеджмент. Применение принципов экономики замкнутого цикла в организациях. Ч. 1. Основные положения. URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/osnovnye-polozheniya/0/pnst_452_1-2020_predvaritelnyy_natsionalnyy_standart.html (дата обращения 21.09.2025).
- [7] Щекина С.Н. Рационализация процесса ресурсопотребления предпринимательских субъектов хозяйствования: препринт. СПб.: Диалог, 2007. 20 с.
- [8] ГОСТ Р 70089 – 2022 Ресурсосбережение. Общие подходы к реализации принципов экономики замкнутого цикла на предприятиях. URL: https://ros-gostru/file/gost/13/030/gost_r_70089-2022.pdf (дата обращения 23.09.2025).
- [9] Кривальцевич Т.В., Янишевская А.Г. Механизмы формирования неликвидов на предприятиях радиоэлектронной отрасли // Станкостроение и инновационное машиностроение. Проблемы и точки роста: Матер. Всеросс. науч.-техн. конф. Уфа: УГАТУ, 2019. С. 403-407.
- [10] Парасоцкая Н.Н. Учет неотфактурованных поставок, недостач и порчи материалов // Все для бухгалтера. 2006. № 1 (169). С. 18-23.
- [11] Шеремет А.Д., Негашев Е.В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. М: ИНФРА-М, 2003. 237 с. С. 159.
- [12] Платонова Е.Д., Лю Ц., Сильченков В.А. О концепции устойчивого экономического роста предприятий и ее роли в формировании ESG-стратегии коммерческих организаций в современной экономике // Финансовый бизнес. 2024. № 8 (254). С. 42-46.
- [13] Бесиятых В.И., Лукин А.С., Папырин В.Б. Организационные основы формирования стратегических альянсов в предпринимательстве: монография. Киров: Аверс, 2011. 151 с.

I.E. Mizikovskiy

MONITORING OF STOCK OF GOODS AND MATERIAL RESOURCES AS A FACTOR IN REDUCING THE RISKS OF LOSS OF MATERIAL RESOURCES AT AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article examines ways to improve the quality of inventory management in warehouses of industrial enterprises as one of the key factors in reducing the risks of losses of material resources of an industrial enterprise. The purpose of the study was to develop practice-oriented approaches to conducting permanent on-farm monitoring of the formation and storage of inventory; the tasks included the formation of a system of key indicators of this management function and their formalization in the information space for making preventive decisions to reduce the risks of loss of material resources. The following research methods were used: structural functional and process functional approaches; observation, collection and processing of data; system analysis; decomposition; graphical visualization; formalization. The presented system of key indicators of the inventory status in the warehouses of the enterprise forms the basis of the information and instrumental space for operational diagnosis and the most accurate semantic interpretation of the state of material resources, allowing the decision-maker to quickly assess the situation and predict the development of events. The analytical registers (vedomosti) developed by the author can be used as a multi-level and multifunctional information base for generating on-farm reports and other means of maintaining information awareness of decision makers who reduce losses of material resources and form strategies in this direction.

Keywords: inventory; financial stability; key performance indicators; illiquids; inventory turnover; inventory safety factor; resource conservation; information and tool space.

References

- [1] Polyakova, N. P. (2025). [The concept of Lean Manufacturing and Processes Digitalization represent two factors of the construction efficiency uptake]. *Sovremennoe professionalnoe obrazovanie* [Modern Vocational Education]. No. 6, pp. 96-101. (In Russ.).
- [2] Federal Accounting Standard FSBU 5/2019 "Inventory". [Electronic resource]. Available at: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=133539&ysclid=mhq13waqhm784423101 (date accessed 08.11.2025). (In Russ.).
- [3] International Accounting Standard (IAS) 2 "Inventories". [Electronic resource]. Available at: https://minfin.gov.ru/common/upload/library/no_date/2013/IAS_02.pdf?ysclid=mhq1izu0ga562654047 (date accessed 09.11.2025).

-
- [4] Accounting Standard "Organization Expenses" PBU 10/99. [Electronic resource]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_12508/0463b359311dddb34a4b799a3a5c57ed0e8098ec/ (date accessed 04.11.2025). (In Russ.)
- [5] Marchvinsky, C., Shook, J. (2005). *Ilyustrirovanniy glossar berezhlivogo proizvodstva* [Illustrated Glossary of Lean Production]. Moscow: Alpina Business Books, 123 p. (Russian Translation).
- [6] PNST 452.1-2020. (2020). [Preliminary National Standard of the Russian Federation. Innovative Management. Application of the Principles of a Closed-Loop Economy in Organizations. Part 1. Basic Provisions]. [Electronic resource]. Available at: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/osnovnye-polozheniya/0/pnst_452_1-2020_predvaritelnyy_natsionalnyy_standart.html (date accessed 21.09.2025). (In Russ.)
- [7] Shchekina, S. N. (2007). *Ratsionalizatsiya protsessa resursopotrebleniya khozyaistviyushchikh subektov: preprint* [Rationalization of the Resource Consumption Process of Business Entities: Preprint]. St. Petersburg: Dialog, 20 p. (In Russ.)
- [8] GOST R 70089-2022. (2022). [Resource Saving. General Approaches to Implementing the Principles of a Closed-Loop Economy at Enterprises]. [Electronic resource]. Available at: https://rosgosts.ru/file/gost/13/030/gost_r_70089-2022.pdf (date accessed 23.09.2025). (In Russ.)
- [9] Krivaltsevich, T. V., Yanishevskaya, A. G. (2019). [Mechanisms of formation of non-liquid assets at enterprises of the radio-electronic industry]. *Mashinostroenie i innovatsionnoe mashinostroenie. Problemy i tochki rosta: materialy Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Machine-building and Innovative Mechanical Engineering. Problems and Growth Points: Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference]. Ufa: UGATU, pp. 403-407. (In Russ.)
- [10] Parasotskaya, N. N. (2006). [Accounting for Uninvoiced Deliveries, Shortages, and Damages to Materials]. *Vse dlya bukhgaltera* [All for the Accountant]. No. 1 (169), pp. 18-23. (In Russ.)
- [11] Sheremet, A. D., Negashev, E. V. (2003). *Metodika finansovogo analiza deyatelnosti kommercheskikh organizatsii* [Methods of Financial Analysis of Commercial Organizations]. Moscow: INFRA-M, 237 p. (In Russ.)
- [12] Platonova, E. D., Liu, C., Silchenkov, V. A. (2024). [On the Concept of Sustainable Economic Growth of Enterprises and Its Role in Forming the ESG Strategy of Commercial Organizations in the Modern Economy]. *Finansovyi biznes* [Financial Business]. No. 8 (254), pp. 42-46. (In Russ.)
- [13] Bespyatykh, V. I., Lukin, A. S., Papyrin, V. B. (2011). *Organizatsionnye osnovy formirovaniya strategicheskikh aliانسov v predprinimatelstve: monografiya* [Organizational Foundations of Strategic Alliances Formation in Entrepreneurship: Monograph]. Kirov: Avers, 151 p. (In Russ.)

С.А. Рамазанов

ТОКЕНИЗАЦИЯ БЕЗНАЛИЧНЫХ ДЕНЕГ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ: СУЩНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Исследуется токенизация безналичных денег коммерческих банков (ТБДБ) – инновационное и недостаточно изученное явление в российской финансовой системе. Отмечается, что ключевые стратегические документы Банка России обходят вниманием ТБДБ, фокусируясь на других цифровых продуктах (цифровой рубль, СБП и др.), что создает регуляторную неопределенность. Актуальность работы обусловлена необходимостью сбалансированного развития цифровой платежной экосистемы, где ТБДБ могут стать инструментом сохранения роли коммерческих банков в условиях внедрения цифрового рубля (ЦВЦБ). Раскрывается сущность ТБДБ как перевода эмиссии и обращения безналичных денег банков на цифровую платформу с сохранением их фиатной природы и места во втором уровне банковской системы. Обосновывается, что ТБДБ является стратегически важным инструментом для оптимизации платежной системы и сохранения двухуровневой банковской архитектуры. Для успешной реализации их потенциала необходима активная роль Банка России в создании правовой базы, установлении стандартов, обеспечении интероперабельности и контроле над рисками. Подчеркивается важность сохранения конкурентной среды в банковском секторе и недопущения монополизации. Определяются перспективные направления для дальнейших исследований, связанные с влиянием ТБДБ на денежный мультипликатор, риск-менеджмент и поведение потребителей.

Ключевые слова: токенизация безналичных денег; коммерческие банки; цифровой рубль; распределенный реестр; смарт-контракты; цифровая трансформация; платежная система; денежно-кредитная политика; банковская система; цифровые финансовые активы.

Введение. К основным документам Банка России, характеризующим стратегические направления развития банковской системы, относятся:

- основные направления развития национальной платежной системы на период 2025-2027 гг. [1];
- основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2026 г. и период 2027 и 2028 гг. [2].

В этих документах выделяются преимущественно следующие цифровые продукты:

- развитие платежных карт и мобильных платежей;
- развитие Системы быстрых платежей;
- развитие цифрового рубля (ЦР);
- развитие инфраструктуры трансграничных платежей.

В перечисленных документах российский регулятор обходит стороной токенизацию безналичных денег коммерческих банков (ТБДБ), что свидетельствует о новизне обозначенной проблемы. ТБДБ – инновационное явление, не нашедшее полноценного отражения в стратегических документах Банка России, что подчеркивает его новизну и необходимость исследования. Указание на то, что Банк России «обходит стороной» ТБДБ в стратегиях, – это не только констатация новизны, но и сигнал о регуляторной неопределенности, которая сдерживает инвестиции и разработки.

Денежные агрегаты формируются и развиваются под воздействием динамических ожиданий и потребностей экономических субъектов, где определяющее место занимают изменения их поведения и новые технологии. «Поведенческие аспекты, влияющие на принятие решения об использовании людьми наличных или безналичных денег, видятся весьма разнообразными» [3, с. 36]. Их появление и соотношение связаны с реализацией экономических интересов хозяйствующих субъектов. Предпочтение одного денежного агрегата другому способно привести к конфликту интересов субъектов рынка. «В настоящее время развитие платежной сферы в значительной степени определяет принцип человекоцентричности, стремление обеспечить максимальное соответствие платежных продуктов запросам и ожиданиям каждого клиента» [4, с. 4]. Цифровизация наличных денег без цифровизации (токенизации) безналичных денег будет препятствовать оптимизации платежной системы страны. Чтобы смягчить последствия возможного оттока средств в ЦР, монетарные и регуляторные органы должны создать для банков новые возможности.

К основным факторам, определяющим объем спроса на ТБДБ со стороны экономических агентов, можно отнести:

- уровень развития юридических основ токенизации безналичных денег;
- коэффициент (степень) обеспечения экономики деньгами;
- соотношение различных агрегатов денежной массы в экономике;
- уровень развития централизованной финансовой инфраструктуры и степень цифровизации долговых обязательств регулятора;
- обращение компонентов децентрализованных финансов и наличие у них правовой базы в данной юрисдикции.

Фирмы и коммерческие банки тоже отдают предпочтение внедрению новых технологий для ускорения обработки транзакций на основе распределенных реестров и смарт-контрактов. ТБДБ означает перенос

эмиссии безналичных денег и совершения операций с ними на цифровую платформу. При этом уменьшаются меновые затраты, наряду с увеличением скорости их обращения. Иными словами, механизм ТБДБ способен сохранить доходность денежного агрегата на прежнем уровне, повышая его ликвидность. ТБДБ – это не только актуальная проблема, но и инструмент стратегического управления последствиями цифровой трансформации. Стратегия монетарных органов в этой новой реальности должна быть сбалансированной и комплексной.

Цифровой рубль изначально будет конкурировать с самыми ликвидными формами денег – наличными и остатками на текущих счетах (депозитами до востребования). Это происходит потому, что ЦР сочетает в себе их ключевые свойства: доступность, как у наличных, и безопасность, как у банковского счета. Однако «оцифровать все агрегаты» (например, срочные депозиты, долговые ценные бумаги) в единую форму ЦР технически сложно и экономически нецелесообразно. Это привело бы к монополизации единой формы денег и потере разнообразия финансовых инструментов. «Возможность совершения операций с цифровыми рублями станет важнейшей новацией в сфере денежного обращения, платежей и расчетов. Данная возможность будет предоставлена всем клиентам 19 крупнейших банков, начиная с 01.09.2026, клиентам банков с универсальной лицензией и остальных кредитных организаций – позднее» [2, с. 175].

Сущность ТБДБ. Под влиянием экосистем, различных технологий и цифровизации экономики меняется традиционная структура финансового рынка. В этих условиях, наряду с цифровым рублем, внимание исследователей привлекают методы и способы токенизации безналичных денег как нового цифрового продукта. В научной и специальной литературе ТБДБ рассматриваются как «цифровой формат безналичных денег на счетах в банках, учет и обращение которых осуществляется с применением технологии токенизации» [5, с. 39]. Внедрение различных компонентов DeFi, без соответствующей нормативно-правовой базы, возможно, станет триггером дестабилизации на финансовом рынке. С позиции экономической безопасности становится разумным внедрять в финансовом рынке цифровые продукты, альтернативные по экономической сущности DeFi. «Тестирование возможностей токенизации – это общий тренд, который не ограничивается только токенизацией безналичных средств на счетах в банках» [5, с. 10]. В таком случае ТБДБ способны выступать в роли стабилизирующего фактора на финансовом рынке. Дискуссии по данной проблеме находятся на начальной стадии, имеются разные точки зрения и модели реализации. ТБДБ будут иметь большое значение в странах и регионах со слабой системой быстрых платежей и онлайн-сервисов в режиме реального времени.

Технологии токенизации в перспективе можно использовать в различных сферах и секторах экономики. Применение к безналичным день-

гам коммерческих банков технологий распределенного реестра трансформирует их в ТБДБ с технологичной базой учета. Если второму уровню российской банковской системы удастся использовать технологии распределенного реестра при создании новых банковских продуктов, это станет серьезным конкурентом цифровому рублю. При этом ТБДБ не нарушают единства денежного обращения, где находятся денежные единицы разной формы движения и происхождения. При реализации проекта ТБДБ затрагиваются интересы практически всех членов общества, держателей банкнот, депозитных и кредитных счетов. Доля безналичных денег в денежной массе постоянно растет и сейчас находится в окрестностях 90 %, что придает внедрению ТБДБ большую социальную значимость. Токенизация в большей степени затрагивает поведение и учетную политику кредитной организации и в меньшей степени интересы других участников. Теоретически предполагается, что перевод денег из традиционного формата в токенизированный возможен без прямого участия владельцев счетов.

ТБДБ способны совершенствовать существующую систему безналичных расчетов посредством применения современных, инновационных технологий денежного оборота. На наш взгляд, реализация данного проекта зависит от многих экзогенных и эндогенных факторов. Вместе с тем, следует учитывать, что комплексный анализ современной архитектуры централизованных финансов невозможен при игнорировании направления формирования децентрализованных финансов. При любой архитектуре финансов в центре взаимодополняющих и взаимоисключающих процессов находятся экономические субъекты со своими целевыми функциями. Таким образом, суть ТБДБ – перевод эмиссии и обращения безналичных денег коммерческих банков на цифровую платформу (с использованием DLT/блокчейн, смарт-контрактов), сохраняющий их фиатную природу и место во втором уровне банковской системы.

Модели токенизации зависят от ряда факторов: депозитных потребностей коммерческих банков, способов взаимодействия агентов рынка, числа платформ, функций Центрального банка. Последнему отводится роль страховщика финансовой безопасности и стабильности. ТБДБ являются фиатными деньгами, обращение которых происходит в регулируемом периметре. Параметры реализации ТБДБ зависят от ряда факторов:

- степени развития и охвата цифровых технологий в кредитно-финансовом секторе экономики;
- инновационного и функционального характера решаемых задач;
- мотивов коммерческих банков, порождающих спрос на различные технологии;
- технологического спроса на проекты по осуществлению расчетов и платежей.

Преимущества и риски ТБДБ. Основным конкурентом ТБДБ при расчетах и платежах в экономике могут выступать ЦВЦБ, как один из

компонентов новой архитектуры денежной системы. Основной вопрос, который возникает у участников рынка, заключается в том, в чем преимущество ТБДБ от традиционных безналичных денег? Это обстоятельство позволяет сохранить востребованность безналичным деньгам коммерческих банков со стороны клиентов. С позиции инновационного решения и конкуренции между участниками платформы ТБДБ имеют как положительные, так и отрицательные характеристики. К преимуществам ТБДБ следует отнести:

– оперативное обслуживание различных субъектов экономики денежными расчетами и технологичными платежами в режиме реального времени;

– значительное упрощение и облегчение осуществления транзакций между участниками платформы, благодаря внедрению цифровых технологий;

– значительное сокращение меновых и операционных затрат экономических субъектов и коммерческих банков.

Однако внедрение ТБДБ на данном этапе развития цифровых технологий сопряжено также и с некоторыми рисками. Во-первых, современный уровень развития технологий не позволяет внедрить ТБДБ без отрицательных внешних эффектов. Во-вторых, сохраняются незаконные каналы создания и уничтожения токена, нарушающие его подлинность и возможность двойного расходования. В-третьих, реализация проекта ТБДБ сопровождается ростом дополнительных затрат для участников рынка и коммерческих банков. К таким затратам относятся: разработка платформы, подключение коммерческих банков к ней и подготовка специалистов с соответствующими компетенциями. Следовательно, такие затраты могут себе позволить лишь крупные коммерческие банки, в отличие от мелких, преимущественно региональных банков. «Согласно агрегированным данным, крупные банки становятся более рентабельными в своих операциях. Небольшим банкам бывает сложнее предлагать широкий спектр услуг по конкурентоспособным ценам, и этот фактор может ограничивать рост не процентных доходов» [6, с. 111]. Вполне вероятно, внедрение ТБДБ изменит структуру банковской системы страны. Для сохранения конкурентной среды в банковском секторе экономики государству придется взять на себя часть общественно значимых затрат.

Внедрение ТБДБ потребует разработки мер по управлению и снижению возникающих рисков, которые зависят от специфики применяемой модели. Так, несовершенные механизмы обеспечения конкурентной среды при отсутствии контроля со стороны монетарных властей способствуют усилению монополизации деятельности крупных агентов финансового рынка. Монополизация платформы ТБДБ одним банком или группой ком-

мерческих банков в долгосрочной перспективе будет иметь негативные последствия с позиции общих интересов.

На данном этапе токенизирования банковских счетов выделить эти особенности невозможно вследствие ряда факторов. При этом можно предположить, что они будут зависеть не только от уровня развития финансового рынка, но и от иных макроэкономических параметров экономики конкретной страны. В то же время возникают проблемы инфраструктурного и институционального характера взаимодействия платформ ТБДБ с другими платформами, в частности с токенизированными ЦФА и ЦВЦБ. Решение этих проблем видится возможным путем разработки единой универсальной платформы или через программные интерфейсы.

ТБДБ будет влиять на структуру банковской системы России, в том числе, на ДКП Банка России. Применение смарт-контрактов не оказывает существенного влияния на структуру ликвидных активов банковской системы. Это связано с тем, что средства клиентов в банках (также и безналичные деньги) учитываются в пассивах. В то же время ликвидность обеспечивается за счет первых и вторых групп активов банковской системы. Как следствие этого обстоятельства, токенизация безналичных денежных средств не отражается на активах банка. Внедрение множества частных платформ ТБДБ разными банками без единых стандартов может привести к фрагментации платежного пространства, увеличению издержек на интеграцию и снижению удобства для пользователей. Необходимо повысить роль Центрального банка в установлении стандартов и, возможно, создании базовой инфраструктуры.

С реализацией цифровых проектов денег и расчетов существенно изменятся не только его возможности предоставления ликвидности, но и эффективность абсорбции избыточной традиционной денежной массы. Переход денег на цифровые платформы способен влиять и на основные инструменты регулирования Центрального банка. Учитывая, что ТБДБ является более технологичной формой учета безналичных денег, банковское законодательство не будет подвергаться существенным изменениям.

У экспертного сообщества особое беспокойство вызывает влияние ТБДБ и ЦВЦБ на архитектуру традиционной, двухуровневой банковской системы. Перевод денег Центрального банка на инновационную технологическую базу представляет собой ЦВЦБ. Перевод безналичных денег, источником которых являются коммерческие банки, на цифровые платформы – это ТБДБ. По нашему мнению, цифровые возможности ТБДБ не должны уступать цифровым возможностям ЦВЦБ. ТБДБ может повышать привлекательность таких денег за счет внедрения преимуществ современных цифровых технологий. Технологическое равенство между различными компонентами денежной массы будет препятствовать несозидательной

миграции и эмиграции денег, не только между различными денежными агрегатами, но и между разными уровнями банковской системы.

Внутри одной юрисдикции финансовые посредники удовлетворяют потребности участников сделок путем внедрения национальных карт и системы быстрых платежей. Однако проблемы возникают при осуществлении трансграничных платежей из-за различий в юрисдикциях, которые можно решать путем токенизации платежных инструментов. По мнению ряда ученых, токенизация денежных компонентов развивает доверительные отношения между участниками сделок и способствует формированию более экономичной структуры для менового использования денег.

С одной стороны, цифровизация активов и токенизация безналичных денежных средств позволяют сохранить двухуровневую банковскую систему. С другой стороны, они создают условия для эволюционной реструктуризации банковской системы, сохраняя созидательный потенциал активов коммерческих банков. Эти процессы, в конечном итоге, позволяют объединить на цифровых платформах денежные транзакции различных финансовых посредников, с финансовыми сообщениями. «Появление цифрового общества и цифровизации экономики как таковой создает новые условия для развития платежных систем, усиливая их встроенность в повседневные сервисы и формирование новых норм и ожиданий участников» [7, с. 1187]. Токенизация позволяет использовать национальные валюты в трансграничных платежах на основе технологии распределенного реестра, которые минимизируют издержки транзакции.

Концепция созидания ЦР позволяет перевести бизнес-структурам безналичные деньги на платформу регулятора, что выступает как конкурент ТБДБ [8]. С одной стороны, мы имеем дело с переводом безналичных денег в цифровой рубль собственником счета. В этом случае денежные средства переходят со второго на первый уровень банковской системы со всеми вытекающими экономическими последствиями. С другой стороны, мы имеем дело с сохранением денег в цифровом формате на втором уровне, где решение принимают не только собственник счета, но и коммерческий банк. При этом определяющим станет не только все возможное влияние на риски, но и тарифная политика субъектов банковской системы.

Выводы

1. Для оптимизации платежной системы страны целесообразно подвергать цифровизации все агрегаты денежной массы, а не только ее ликвидные компоненты. Цифровой рубль в основном будет создаваться за счет кассы и депозитов до востребования, что сделает остальные компоненты денежной массы менее привлекательными, при прочих равных условиях. Введение цифрового рубля – это не изолированная реформа, а триггер для системной перестройки всей финансовой экосистемы. С этих позиций ТБДБ становятся не только актуальной проблемой, но и стратеги-

ческой задачей монетарных органов. Для коммерческих банков развитие ТБДБ является стратегической необходимостью для защиты депозитной базы от возможного оттока в ЦВЦБ и сохранения своей роли в платежной экосистеме.

2. Сущность ТБДБ заключается в переводе эмиссии и обращения безналичных денег коммерческих банков на цифровую платформу (с использованием DLT/блокчейн, смарт-контрактов), сохраняющую их фиатную природу и место во втором уровне банковской системы. ТБДБ – это не только актуальная проблема, но и инструмент стратегического управления последствиями цифровой трансформации. Экономическое содержание ТБДБ можно рассматривать и со следующих позиций. С одной стороны, ТБДБ является конкурентом ЦР за средства клиентов. С другой стороны, она выступает как технологическое обновление традиционных безналичных денег, а не их замена. Наряду с этим ТБДБ является инструментом сохранения двухуровневой банковской системы, где коммерческие банки продолжают выполнять кредитно-депозитные функции.

3. Достоинства ТБДБ заключаются в следующем: атомарные расчеты, скорость, автоматизация через смарт-контракты, снижение издержек, повышение ликвидности денежного агрегата. Риски и вызовы ТБДБ: высокие затраты на внедрение (угроза монополизации крупными банками), операционные и технологические риски, проблемы совместимости платформ, необходимость новой регуляторной базы, потенциальное влияние на трансмиссионный механизм ДКП.

4. Внедрение множества частных платформ ТБДБ разными банками без единых стандартов может привести к фрагментации платежного пространства, увеличению издержек на интеграцию и снижению удобства для пользователей. Необходима роль ЦБ в установлении стандартов и, возможно, в создании базовой инфраструктуры. ТБДБ может изменить структуру банковского сектора, создав конкурентное преимущество для технологически оснащенных банков. Ключевая задача – сохранить баланс и не допустить монополизацию.

5. Успешное внедрение ТБДБ требует активной и сбалансированной позиции Банка России: создание правовой и технической базы, обеспечение интероперабельности, контроль над рисками (ликвидности, операционными, кибербезопасности), поддержание конкурентной среды. Обозначенная проблема открывает широкое поле для исследований: анализ влияния на денежный мультипликатор, разработка моделей риск-менеджмента, изучение поведения потребителей, разработка кроссплатформенных протоколов взаимодействия ТБДБ, ЦВЦБ и других цифровых активов.

6. Токенизация безналичных денег коммерческих банков представляет собой логичный ответ банковского сектора на вызовы цифровой трансформации. Ее потенциал лежит не в простом дублировании функций ЦВЦБ, а в создании новой, более эффективной и интеллектуальной среды

для корпоративных финансов и платежных решений на основе программируемых денег. Реализация этого потенциала потребует тесного и продуманного взаимодействия между коммерческими банками, регулятором и технологическими компаниями.

© Рамазанов С.А., 2026

Поступила в редакцию 21.01.2026

Принята к публикации 13.02.2026

Библиографический список

- [1] Основные направления развития национальной платежной системы на период 2025–2027 годов: аналитический доклад / Банк России. М., 2024. 41 с.
- [2] Основные направления единой государственной денежно-кредитной политики на 2026 год и период 2027–2028 годов / Банк России. М., 2025. 227 с.
- [3] Дубова С.Е. Поведенческие аспекты использования различных видов денег в современной экономике // Банковское дело. 2025. № 12. С. 35-41.
- [4] Цифровизация платежей и внедрение инноваций на платежном рынке: аналитический доклад / Банк России. М., 2024. 45 с.
- [5] Токенизированные безналичные деньги на счетах в банках: информационно-аналитический доклад / Банк России. М., 2023. 39 с.
- [6] Беляков А., Грищенко В. Конкуренция в финансовом секторе – барьеры, вызовы и пути дальнейшего развития: обзор совместного семинара Банка России, РЭШ и НИУ ВШЭ // Деньги и кредит. 2024. № 9. С. 106-120.
- [7] Клеванец Н.Д. Социальная трансформация международных платежных систем на этапе перехода к цифровому обществу // Вопросы инновационной экономики. 2025. Т. 15. № 4. С. 1173-1194.
- [8] Цифровой рубль: доклад для общественных консультаций / Банк России. М., 2020. 47 с.

S.A. Ramazanov

TOKENIZATION OF COMMERCIAL BANKS' CASHLESS MONEY: NATURE, PROBLEMS, AND PROSPECTS

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article explores the tokenization of non-cash money of commercial banks (TDBM), an innovative and understudied phenomenon in the Russian financial system. The author notes that the key strategic documents of the Bank of Russia overlook TDBM, focusing on other digital products (digital ruble, SBP, etc.), which creates regulatory uncertainty. The relevance of the work is due to the need for a balanced

development of the digital payment ecosystem, where TDBM can become a tool for preserving the role of commercial banks in the context of the introduction of the digital ruble (DVR). The paper reveals the essence of TBDB as the transfer of the issuance and circulation of bank non-cash money to a digital platform while maintaining its fiat nature and place in the second tier of the banking system. The author concludes that TBDB is a strategically important tool for optimizing the payment system and preserving the two-tier banking architecture. To successfully implement their potential, the Bank of Russia needs to play an active role in creating a legal framework, setting standards, ensuring interoperability, and controlling risks. The article emphasizes the importance of maintaining a competitive environment in the banking sector and preventing monopolization. It also identifies promising areas for further research related to the impact of TDB on the money multiplier, risk management, and consumer behavior.

Keywords: tokenization of non-cash money, commercial banks, digital ruble (DVR), distributed ledger technology (DLT), smart contracts, digital transformation, payment system, monetary policy, banking system, digital financial assets.

References

- [1] Main Directions for the Development of the National Payment System for 2025–2027: analytical report. (2024). Moscow: Bank of Russia. 41 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbr.ru>. (In Russ.).
- [2] Main Directions of the Unified State Monetary Policy for 2026 and the Period 2027-2028. (2025). Moscow: Bank of Russia. 227 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbr.ru>. (In Russ.).
- [3] Dubova, S. E. (2025). [Behavioral aspects of using different types of money in the modern economy]. *Bankovskoe delo* [Banking]. No. 12, pp. 35-41. (In Russ.).
- [4] Digitalization of Payments and Implementation of Innovations in the Payment Market: analytical report. (2024). Moscow: Bank of Russia. 45 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbr.ru>. (In Russ.).
- [5] Tokenized Non-Cash Money in Bank Accounts: information and analytical report. (2023). Moscow: Bank of Russia. 39 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbr.ru>. (In Russ.).
- [6] Belyakov, A., Grishchenko, V. (2024). [Competition in the financial sector – barriers, challenges and ways for further development: review of the joint seminar of the Bank of Russia, RANEPa and HSE University]. *Den'gi i kredit* [Money and Credit]. No. 9, pp. 106-120. (In Russ.).
- [7] Klevanets, N. D. (2025). [Social transformation of international payment systems at the stage of transition to a digital society]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki* [Russian Journal of Innovation Economics]. Vol. 15, No. 4, pp. 1173-1194. DOI:<https://doi.org/10.18334/vinec.15.4.124034>. (In Russ.).
- [8] Digital Ruble: report for public consultations. (2020). Moscow: Bank of Russia. 47 p. [Electronic resource]. Available at: <https://www.cbr.ru>. (In Russ.).

Г.М. Охезина, Н.А. Титова, М.М. Фролова

ТРАНСФОРМАЦИЯ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Рассмотрена динамика основных показателей, характеризующих отрасль розничной торговли российской экономики, деятельность которой в последние годы претерпевает серьезную трансформацию вследствие внедрения технологий искусственного интеллекта. Оборот розничной торговли, среднегодовая численность занятых в отрасли, объемы продаж на душу населения, доля продаж через интернет в общем объеме оборота розничной торговли демонстрируют тенденцию роста. Отмечено, что обширный ассортимент товаров, система поощрения, комфорт покупок в шаговой доступности делают маркетплейсы самым быстрорастущим каналом продвижения и сбыта продукции. Розничная торговля выходит на качественно новый уровень развития, на котором цифровые технологии значительно упрощают механизм покупки для потребителей. Одним из значимых трендов эволюции ритейла является искусственный интеллект, который вошел в сферу розничной торговли очень гармонично. Таким образом, выявлены основные составляющие будущего розничной торговли: гиперперсонализация, динамическое ценообразование, интеграция онлайн-офлайн, генеративный искусственный интеллект в маркетинге и контенте, чат-боты для клиентов и сотрудников. Компании розничной торговли, которые не адаптируют свою деятельность в ближайшие годы к меняющимся трендам, могут проиграть в гонке за потребителя.

Ключевые слова: розничная торговля; интернет-торговля; покупатель; инновационные технологии; искусственный интеллект; ритейл; цифровизация.

Обеспечение устойчивого развития национальной экономики в последние годы является важнейшей задачей на государственном уровне. Такого состояния возможно достичь путем трансформации каждой отдельной отрасли и повышения эффективности их деятельности.

Торговля (именно розничная) является одной из приоритетных отраслей, доходы от деятельности которой выступают основным источником пополнения федерального бюджета. Через этот сектор поступают значительные суммы от НДС, налога на прибыль и НДФЛ с миллионов работников. Также роль малого и среднего бизнеса в торговом секторе

неоценима, потому что эти организации создают рабочие места даже в небольших населенных пунктах.

Как известно, розничная торговля (розница, ритейл) есть предпринимательская деятельность, связанная с приобретением и продажей товаров для использования их в личных, семейных, домашних и иных целях, не связанных с осуществлением предпринимательской деятельности. Главная миссия розничной торговли – сделать товары действительно доступными [1]. Розница для покупателя – это нечто большее, чем просто выложенные на полках товары. Система скидок, удобная выкладка, возможность выбрать из десятков вариантов, оплатить банковской картой, получить консультацию продавца, вернуть некачественный товар, воспользоваться гарантией и др. – все эти, казалось бы, незначительные детали в сумме определяют, насколько комфортно люди чувствуют себя в роли потребителей.

Опираясь на официальные статические данные [2, 3] можно отметить восходящий тренд оборота розничной торговли в России (табл. 1). Как известно, оборот розничной торговли – это выручка от продажи товаров населению для личного потребления или использования в домашнем хозяйстве за наличный или безналичный расчет. Так, например, в 2024 г. цепной темп прироста (по сравнению с предыдущим годом) составил 15,9 %, а базисный (по сравнению с 2020 г.) – 65 %. В период 2020-2024 гг. оборот розничной торговли увеличивался в среднем на 13,3 % ежегодно. Таким образом, мы наблюдаем ежегодное увеличение объемов продаж и услуг, предоставляемых розничными предприятиями.

Таблица 1.

Оборот розничной торговли, трлн руб.

Год	2020	2021	2022	2023	2024
Величина показателя	33,87	39,47	42,58	48,16	55,8

Источник: составлено авторами на основе [2, 3].

На рис. 1 и 2 наглядно показана динамика других показателей, характеризующих отрасль розничной торговли в России. Оба показателя, представленные на графиках, показывают тенденцию роста. Расширение торговых сетей и открытие новых магазинов, безусловно, требуют дополнительных ресурсов. Это приводит к ежегодному увеличению среднегодовой численности, занятых в ритейле, которая в 2023 г. достигла 13,4 млн чел. (рис. 1).

Наблюдается и рост объемов продаж, предоставляемых розничными организациями на душу населения (рис. 2). Так, в среднем этот показатель каждый год увеличивался на 12,5 % в период 2020-2023 гг.

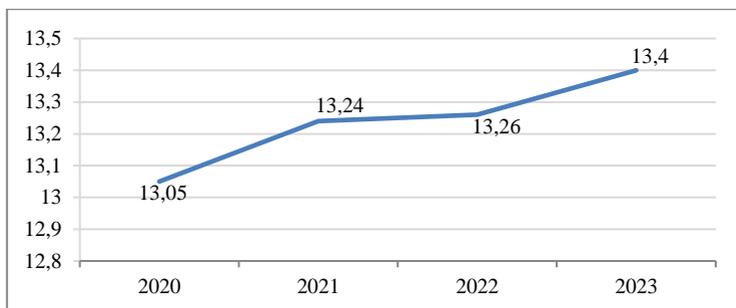


Рис. 1. Среднегодовая численность, занятых в розничной торговле, млн чел.
Источник: составлено авторами.

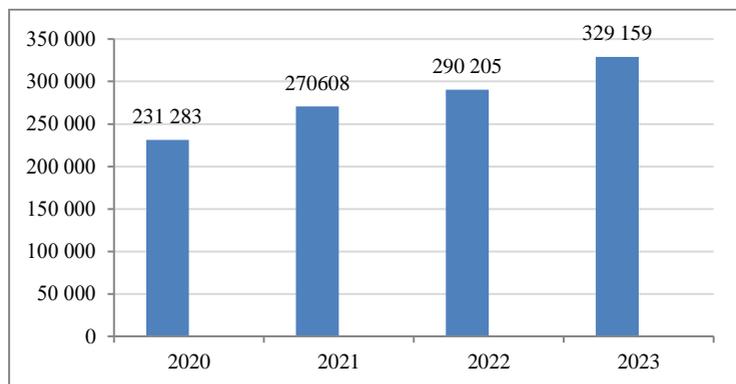


Рис. 2. Оборот розничной торговли на душу населения, руб.
Источник: составлено авторами.

Розничная торговля серьезно упрощает повседневную жизнь граждан. Благодаря ей, меньше времени тратится на поиск и покупку необходимых товаров, а освободившееся время может быть использовано более рационально. Современные форматы магазинов – от сетевых супермаркетов до онлайн-маркетплейсов – делают процесс покупок максимально удобным, подстраиваясь под потребности и ритм жизни покупателя. Можно сказать, что сегодня покупка товаров в обычном магазине или онлайн-шопинг становится увлекательным приключением. И это в большей степени связано с развитием интернет-торговли. Удобство процесса покупок становится основополагающим.

Интернет-торговля есть один из наиболее динамично развивающихся технологичных рынков в мире. Объем продаж через интернет в России растет [2, 3]. Если в 2020 г. в общем объеме оборота розничной торговли ее доля составляла 3,9 %, то в 2024 г. она увеличилась почти в 4 раза, со-

ставив уже 15,2 %. Анализ динамического ряда (табл. 2) за последние 11 лет (2014-2024 гг.) помогает определить тенденцию развития показателя.

Таблица 2.

Доля продаж через интернет в общем объеме оборота розничной торговли в России (в фактически действовавших ценах)

Год	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Доля продаж, %	0,7	0,9	1,2	1,3	1,7	2,0	3,9	5,1	6,0	9,7	15,2

Источник: составлено авторами на основе [2, 3].

Среднегодовой темп роста доли продаж через интернет в общем объеме оборота розничной торговли в России на указанном временном промежутке составляет 136 %. Если такая тенденция развития сохранится, мы будем наблюдать ежегодное увеличение интернет-продаж в среднем на 36 %. Но, учитывая активное внедрение цифровых технологий, можно полагать, что развитие интернет-торговли пойдет более быстрыми темпами.

В настоящее время на рынке интернет-торговли лидирующие позиции занимают, безусловно, маркетплейсы. Обращает на себя внимание тот факт, что пожилые люди все больше вовлекаются в процесс покупки товаров через маркетплейсы. Ключевым трендом с 2024 г. считается рост продаж в малых населенных пунктах [4]. После открытия пунктов выдачи заказов *Ozon* и *Wildberries* у потребителей в малых населенных пунктах впервые появилась возможность осуществлять покупки без поездки в более крупные. Региональные покупатели также активно используют онлайн-каналы для приобретения товаров, которых нет в местных магазинах. Это стимулирует развитие региональной экономики и создает новые возможности для бизнеса. Безусловно, усиление доминирования маркетплейсов – трендовое направление последних лет.

Объемы продаж маркетплейсов растут заметными темпами. В подтверждение этого на рис. 3 наглядно показаны сведения об их деятельности. Согласно данным [2, 3], в 2024 г. по сравнению с 2022 г. количество заказов, реализованных населению через маркетплейсы, выросло более чем в 3 раза, а по сравнению с предыдущим годом – в 1,5 раза.

Если в 2024 г. каждый четвертый из опрошенных ритейлеров заявлял, что маркетплейсы – самый быстрорастущий канал продвижения и сбыта, то в 2026 г., вероятно, станет еще больше организаций подобного рода. Почему маркетплейсы так стремительно развиваются в последние несколько лет? Покупатели постепенно привыкли к маркетплейсу как к витрине, демонстрирующей огромное множество товаров, удобную систему доставки рядом с домом, программы вознаграждения.

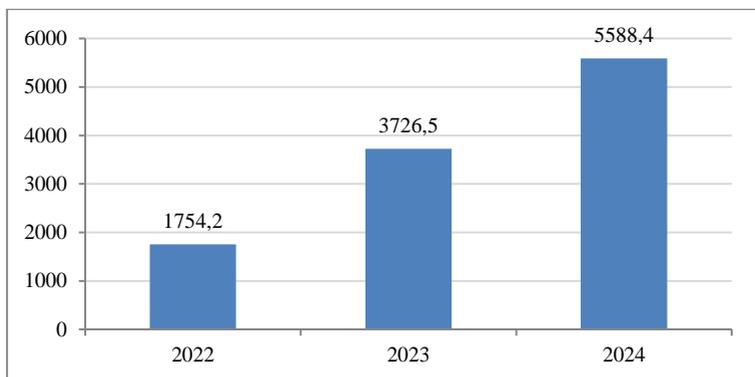


Рис. 3. Количество заказов, реализованных населению через маркетплейсы, млн ед.

Источник: составлено авторами.

Таким образом, в последние годы индустрия розничной торговли сталкивается с серьезными трансформациями. Чтобы сохранить клиентов и оставаться конкурентоспособными, торговым компаниям требуется постоянно искать инновационные направления в своей деятельности.

Говоря о трансформации торговли, следует упомянуть и о вызовах, с которыми она сегодня сталкивается. Как отмечается в [5], опрос менеджеров 78 крупных розничных компаний в 2024 г. показал, что к основным вызовам можно отнести повышение операционной эффективности, кадровый вопрос и обновление стратегии в ближайшие 3-5 лет. Как известно, операционные расходы в ритейле представляют собой текущие затраты компании для обеспечения своей ежедневной деятельности. Неслучайно оптимизация операционных расходов выходит на первое место. Это связано с высокой ключевой ставкой, удорожанием логистики, арендных платежей и др.

На второе место участники опроса поставили дефицит кадров. В настоящее время российской розничной торговле не хватает более миллиона сотрудников [6]. Как было отмечено выше, количество заказов, реализованных через маркетплейсы, ежегодно увеличивается. Как следствие, больше будет требоваться работников складов, сборщиков заказов, сотрудников пунктов выдачи заказов, курьеров. Кроме этого, нужны люди, обладающие достаточным уровнем цифровой грамотности.

Третьим вызовом является актуализация стратегии ведения бизнеса. Изменяются ожидания покупателей, которые становятся более требовательными. Для того, чтобы выделиться среди конкурентов, надо удивить покупателей уровнем сервиса. Таким образом, на фоне растущей конку-

ренции, под влиянием цифровизации принципиально новые подходы к управлению и развитию ритейла – это жизненная необходимость.

Говоря о новых подходах, стоит отметить перспективы развития розничной торговли. Современный ритейл стоит на пороге серьезной трансформации – и это не преувеличение. В скором времени привычные походы в супермаркеты для совершения покупок уйдут в прошлое [7]. Какие же инновационные технологии в ближайшие годы кардинально заменят привычный шопинг? Представим основные направления инновационного развития ритейла (рис. 4) и покажем их суть и применение (табл. 3).

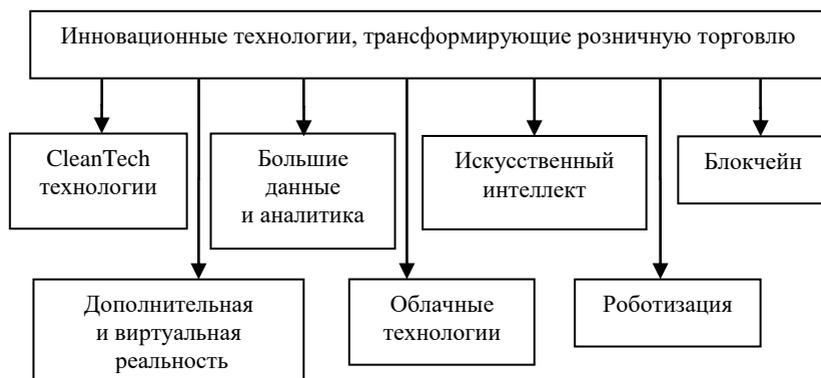


Рис. 4. Инновационные технологии, меняющие ритейл

Источник: составлено авторами.

Согласно табл. 3, можно говорить о том, что в ближайшие годы инвестиции в инновационные технологии станут решающим фактором успеха в быстро меняющейся отрасли розничной торговли.

Из отмеченных трендов одним из перспективных направлений развития ритейла в настоящее время является искусственный интеллект (ИИ). Это не только модная новинка, но и инструмент, который позволяет работать эффективнее, видеть дальше и быть на шаг впереди конкурентов. ИИ не универсален. Выбор решения зависит от целей бизнеса: увеличить продажи, автоматизировать рутинные процессы, улучшить клиентский сервис, прогнозировать спрос или персонализировать маркетинг.

Так, согласно [8], почти 78 % компаний в мире уже используют ИИ хотя бы в одной из своих бизнес-функций. Современный рынок требует от бизнеса скорости, точности и максимальной эффективности в условиях ограниченных финансов. ИИ помогает бизнесу держать темп – ускоряет анализ и поддерживает компании там, где не хватает людей и времени. 72 % руководителей отмечают рост производительности за счет ИИ.

Таблица 3.

Применение инновационных технологий в розничной торговле

Инновационные технологии	Суть и применение
CleanTech технологии	Оптимальное потребление энергии. Регулирование освещения, отопления, охлаждения в зависимости от загруженности магазина
Большие данные и аналитика	Анализ данных о продажах, сезонности, прогноз тенденции продаж, как следствие, корректировка товарных запасов, цены, маркетинга
Искусственный интеллект	Улучшает процесс принятия решений и автоматизирует процессы взаимодействия с клиентами и ценообразования. Чат-боты отвечают на распространенные вопросы клиентов
Облачные технологии	Управление товарными запасами в режиме реального времени, автоматическое предупреждение об уровне запасов. Позволяют сократить количество складских остатков и проблем с переизбытком товара
Дополнительная и виртуальная реальность	Погружение покупателя в виртуальную среду для изучения товара. Примерка одежды и аксессуаров, не надевая их. Для покупателя – взвешенное решение о покупке товара без физического взаимодействия с ним
Блокчейн	Отслеживание товара от производства до продажи (прозрачность движения товара). Предотвращает попадание поддельных товаров в цепочку поставок
Роботизация	Автоматизация работы магазинов. Сбор и анализ данных о поведении покупателей, размещении товаров, оптимизация управления запасами
Биометрия	Делает розничную торговлю безопаснее и удобнее. Помогает анализировать поведение покупателей, давать индивидуальные рекомендации по товарам, как следствие, повышается вовлеченность покупателей

Источник: составлено авторами.

Таким образом, искусственный интеллект вошел в отрасль розничной торговли очень естественно, меняя привычные процессы. Так что же ждет ритейл в ближайшие годы с использованием технологии искусственного интеллекта? Научный обзор [9, 10] позволил составить прогноз развития розничной торговли (табл. 4).

Можно констатировать, что ритейл является сферой высокой турбулентности. Менеджерам торговых сетей требуется быстро адаптироваться к новым рыночным реалиям. Голосовой шопинг, виртуальные примерочные, бесконтактные технологии, омниканальность, динамическое ценообразование, генеративный искусственный интеллект – это не просто тренды, а ключевые элементы будущего ритейла.

Таблица 4.

Прогноз развития розничной торговли в ближайшие годы

Инновационные технологии	Основа для изменений	Прогноз развития
Рекомендательные системы и гипер-персонализация	Объем онлайн-торговли в последние годы растет. 78% заказов делаются со смартфонов [9]. Все меньше людей интересуются массовой рекламой, которая дорожает. Розничная торговля перестраивается с «рекламы для всех» на индивидуальные предложения	Покупатели привыкают к тому, что персональный подход постепенно становится нормой. Крупные сети внедряют ИИ-рекомендации в свои платформы. В ближайшие годы персонализация будет повсеместной. Голосовые ассистенты, виртуальные примерки, персональные цены и скидки станут привычной частью покупок
Динамическое ценообразование	Благодаря искусственному интеллекту выполняется анализ большого количества данных (время суток, остатки товаров на складе и др.) и происходит автоматическое изменение цены. По той же логике работают персональные промо: система подбирает скидки под конкретного клиента. Покупатели готовы платить больше за быструю доставку	В ближайшие годы цены на товары станут полностью персональными: для новых покупателей будет одно предложение, для постоянных клиентов – другая цена на товар. Магазины смогут реагировать на малейшие колебания в спросе. Искусственный интеллект будет анализировать корзину покупателей и за счет индивидуальных предложений будет повышаться средний чек
Виртуальные помощники с ИИ и чат-боты для клиентов и сотрудников	В настоящее время голосовые помощники отвечают на самые распространенные вопросы клиентов, решают технические моменты, помогают с выбором товара. Искусственный интеллект закрывает до 70% обращений. Покупатели уже привыкли к мгновенным ответам. Данных о поведении пользователей становится все больше, а нейросети становятся все более обученными	В ближайшее время консультанты-роботы будут идентифицировать покупателей по лицу и голосу и, опираясь на историю покупок, предлагать понравившиеся товары. Чат-боты станут привычным инструментом и для сотрудников компаний. Искусственный интеллект поможет со сбором заказа и расскажет про актуальный ассортимент

Окончание табл. 4

Управление запасами и прогнозная аналитика	В формате 24/7 искусственный интеллект анализирует огромное количество переменных для оптимизации закупок и планирования доставки. Ручные прогнозы не успевают за резким изменением спроса. Нейросети умеют использовать данные для составления точных прогнозов	Искусственный интеллект в ближайшие годы будет перестраивать закупки. У сетей появится прозрачность поставок от поставщика до покупателя. Составлять стратегию управления поставками на ближайшие несколько месяцев научатся виртуальные ассистенты директора по закупкам
Интеграция онлайн-офлайн	Клиенты выбирают наиболее удобный для них способ покупки. Совершив покупку в физической точке, человек получает доступ к тем же скидкам и накоплениям в онлайн-магазине. Искусственный интеллект выступает связующим звеном между офлайном и онлайн	Онлайн и офлайн полностью сольются в единый клиентский опыт. В ближайшее время традиционные торговые площадки заменятся цифровыми хабами (центрами). Личный кабинет будет единым: на сайте, в приложении, в торговой точке. Покупатели смогут оплачивать покупки единым цифровым кошельком
Генеративный искусственный интеллект в маркетинге и в контенте	Многие российские компании доверяют нейросетям выполнение рутинных задач. Быстро создается описание товара, его изображение, как следствие происходит экономия расходов на дизайнеров, а также экономия времени	Через несколько лет искусственный интеллект будет полноценным партнером маркетологов. Генеративный ИИ будет автоматически создавать контент, адаптированный под пользователя. Нейросеть будет генерировать недостающие фотографии

Источник: составлено авторами.

В настоящее время покупатель имеет возможность сопоставлять цены, быть избирательным к сервису и качеству обслуживания. Люди покупают не просто товары, а внимание к клиенту, оперативность и высококлассное обслуживание как в продуктовом, так и в непродуктовом ритейле. В такой ситуации внедрение инновационных технологий становится важнейшим условием для лидерства в отрасли.

© Охезина Г.М., Титова Н.А., Фролова М.М., 2026

Поступила в редакцию 10.12.2025

Принята к публикации 20.01.2026

Библиографический список

- [1] Розничная торговля [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 12.01.2026).
- [2] Российский статистический ежегодник. 2023: статистический сборник / Росстат. М., 2023. 701 с.
- [3] Российский статистический ежегодник. 2024: статистический сборник / Росстат. М., 2024. 630 с.
- [4] Рост рынка интернет-торговли [Электронный ресурс]. URL: https://www.snews.ru/news/top/2025-02-17_v_2024_godu_obem_internet-torgovli (дата обращения 12.01.2026).
- [5] Вызовы и стратегии успеха в розничной торговле в 2025 году [Электронный ресурс]. URL: <https://companies.rbc.ru/news/YQfDLChaoE/vyizovyi-i-strategii-uspeha-v-rozничной-torgovle-v-2025-godu/?ysclid=mh7jcesyny629996319> (дата обращения 12.01.2026).
- [6] Дефицит кадров в ритейле 2025: новые стратегии привлечения персонала в розничной торговле [Электронный ресурс]. URL: <https://laborplace.ru/tpost/tkzaisgi1-defitsit-kadrov-v-riteile-2025-novie-str?ysclid=mhi3yux6ij380252645> (дата обращения 12.01.2026).
- [7] 10 инновационных технологий в сфере розничной торговли в 2025 году [Электронный ресурс]. URL: <https://www.innovanews.ru/info/innovations/10-innovatsionnykh-tekhnologijj-v-sfere-rozничной-torgovli-v-2025-godu/> (дата обращения 12.01.2026).
- [8] ИИ для бизнеса: зачем внедрять искусственный интеллект в 2025-2026 году [Электронный ресурс]. URL: <https://korusconsulting.ru/blog/tsifrovaya-transfer-matsiya/ii-dlya-biznesa-kak-i-zachem-vnedryat-iskusstvennyu-intellekt-v-2025-2026-godu/?ysclid=mhemuotqd4573282689> (дата обращения 12.01.2026).
- [9] ИИ в ритейле: как технологии уже меняют покупки [Электронный ресурс]. – URL: <https://allo.tochka.com/ii-v-roznicy> (дата обращения: 02.11.2025)
- [10] Российский ритейл и e-commerce в 2025 году: тенденции, вызовы и перспективы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.computerra.ru/310546grossijskij-ritejl-i-e-commerce-v-2025-godu-tendentsii-vyzovy-i-perspektivy/?ysclid=mh7jq5jmod935753115> (дата обращения 12.01.2026).

G.M. Okhezina, N.A. Titova, M.M. Frolova

**RETAIL TRANSFORMATION POWERED
BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R. E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article examines the dynamics of key indicators characterizing the Russian retail sector, which has undergone a significant transformation in recent years due to the implementation of artificial intelligence technologies. Retail turnover, average annual number of employees, per capita sales, and the share of online sales in total retail

turnover are all showing an upward trend. It is noted that a wide product range, rewards system, and convenient shopping within walking distance make marketplaces the fastest-growing channel for product promotion and distribution. Retail is entering a qualitatively new level of development, where digital technologies significantly simplify the purchasing process for consumers. One of the significant trends in the evolution of retail is artificial intelligence, which has seamlessly entered the retail industry. Thus, the review identified the key components of the future of retail: hyper-personalization, dynamic pricing, online-offline integration, generative artificial intelligence in marketing and content, and chatbots for customers and employees. Retailers that fail to adapt their operations to changing trends in the coming years may lose out in the race for consumers.

Keywords: retail trade, innovative technologies, artificial intelligence, retail, digitalization.

References

- [1] [Retail Trade]. (2026). *Wikipedia*. [Electronic resource]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Розничная_торговля. (In Russ.).
- [2] *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik 2023: statisticheskii sbornik* [Russian Statistical Yearbook 2023: Statistical Collection]. (2023). Moscow: Rosstat, 701 p. (In Russ.).
- [3] *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik 2024: statisticheskii sbornik* [Russian Statistical Yearbook 2024: Statistical Collection]. (2024). Moscow: Rosstat, 630 p. (In Russ.).
- [4] [Growth of the E-commerce Market]. (2025). *CNews*. [Electronic resource]. Available at: https://www.cnews.ru/news/top/2025-02-17_v_2024_godu_obem_internet-torgovli (date accessed 19.10.2026). (In Russ.).
- [5] [Challenges and Success Strategies in Retail Trade in 2025]. (2025). *RBC Companies*. [Electronic resource]. Available at: <https://companies.rbc.ru/news/YQfDLChaoE/vyizovyi-i-strategii-uspeha-v-rozничnoj-torgovle-v-2025-godu/?ysclid=mh7jcesyny629996319>. (In Russ.).
- [6] [Staff Shortage in Retail 2025: New Personnel Attraction Strategies in Retail Trade]. (2025). *Laborplace*. [Electronic resource]. Available at: <https://laborplace.ru/tpost/tkzaissgi1-defitsit-kadrov-v-riteile-2025-novie-str?ysclid=mhi3yyx6ij380252645>. (In Russ.).
- [7] [10 Innovative Technologies in the Retail Trade Sector in 2025]. (2025). *Innovanews*. [Electronic resource]. Available at: <https://www.innovanews.ru/info/innovations/10-innovatsionnykh-tehnologijj-v-sfere-rozничnojj-torgovli-v-2025-godu/>. (In Russ.).
- [8] [AI for Business: Why Implement Artificial Intelligence in 2025-2026]. (2025). *Korus Consulting*. [Electronic resource]. Available at: <https://korusconsulting.ru/blog/tsifrovaya-transformatsiya/ii-dlya-biznesa-kak-i-zachem-vnedryat-iskusstvennyy-intellekt-v-2025-2026-godu/?ysclid=mhemuotqd4573282689>. (In Russ.).
- [9] [AI in Retail: How Technology is Already Changing Shopping]. (2025). *Tochka*. [Electronic resource]. Available at: <https://allo.tochka.com/ii-v-roznicny>. (In Russ.).
- [10] [Russian Retail and E-commerce in 2025: Trends, Challenges, and Prospects]. (2025). *Computerra*. [Electronic resource]. Available at: <https://www.computerra.ru/310546/rossijskij-ritejl-i-e-commerce-v-2025-godu-tendentsii-vyzyv-i-perspektivy/?ysclid=mh7jq5jmod935753115>. (In Russ.).

НАШИ АВТОРЫ

ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Митяков Сергей Николаевич – директор Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, д-р физ.-мат. наук, профессор; snmit@mail.ru

Колоскова Евгения Максимовна – аспирант, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева; zhevzhe.koloskova@yandex.ru

Митяков Евгений Сергеевич – заведующий кафедрой КБ-9 «Предметно-ориентированные информационные системы» Института кибербезопасности и цифровых технологий, МИРЭА – Российский технологический университет, д-р экон. наук, профессор; iуao@mail.ru

Луцкан Сергей Петрович – заведующий базовой кафедрой «Прикладное программирование» Института кибербезопасности и цифровых технологий, МИРЭА – Российский технологический университет; lutskan@mirea.ru.

ИННОВАЦИОННОЕ И ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ

Ладынин Андрей Иванович – доцент кафедры информатики Института кибербезопасности и цифровых технологий, МИРЭА – Российский технологический университет, д-р экон. наук, доцент; andrey.ladynin@ hotmail.com

Касимов Аким Алиевич – управляющий директор по взаимодействию с органами власти филиала «Газпромбанк» (АО) «Приволжский», канд. экон. наук; Kasymov@mail.ru

Моисеев Антон Евгеньевич – старший преподаватель кафедры «Цифровая экономика» Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева; ii1i7@ya.ru

СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

Мизиковский Игорь Ефимович – заведующий кафедрой бухгалтерского учета Института экономики, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, д-р экон. наук, профессор; core090913@gmail.com

Рамазанов Сейфуллах Агаевич – профессор кафедры «Цифровая экономика» Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, д-р экон. наук, доцент; ram-nn@yandex.ru

Охезина Галина Михайловна – доцент кафедры «Управление инновационной деятельностью» Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, канд. экон. наук, доцент; gohezina@mail.ru

Титова Наталья Анатольевна – доцент кафедры «Управление инновационной деятельностью» Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, канд. экон. наук, доцент; natata0710@mail.ru

Фролова Марина Михайловна – доцент кафедры «Управление инновационной деятельностью» Института экономики и управления, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, канд. экон. наук, доцент; fmm13@yandex.ru

**MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**NIZHNY NOVGOROD STATE TECHNICAL UNIVERSITY
n.a. R.E. ALEKSEEV**

DEVELOPMENT AND SECURITY

№ 1

Nizhny Novgorod 2026

Development and Security / NNSTU n. a. R.E. Alekseev. – Nizhny Novgorod, 2026. № 1 (29). – 120 p.

ISSN: 2713-2633

The journal is issued 4 times a year

Editor-in-Chief S.N. Mityakov, Doctor of Sciences, Professor, N. Novgorod

Assistant editors:

Gorodetsky Andrey Evgenievich, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Silvestrov Sergey Nikolaevich, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Shiryaev Mikhail Vissarionovich, Doctor of Economics, Sochi

Executive Secretary

Frolova Marina Michailovna, Candidate of Economics, N. Novgorod

Members of the Editorial Board:

Gorbunova Maria Lavrovna, Doctor of Economics, Associate Professor, N. Novgorod

Grinberg Ruslan Semenovich, Corr. RAS, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Zakharov Pavel Nikolaevich, Doctor of Economics, Professor, Vladimir

Kazantsev Sergey Vladimirovich, Doctor of Economics, Professor, Novosibirsk

Kshakevich Kazimezh, Doctor of Economics, Professor, Poznan, Poland

Lapaev Dmitry Nikolaevich, Doctor of Economics, Professor, N. Novgorod

Mironova Olga Alekseevna, Doctor of Economics, Professor, Yoshkar-Ola

Mityakov Evgeny Sergeevich, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Morozova Galina Alekseevna, Doctor of Economics, Professor, N. Novgorod

Pavlenko Yuri Grigorievich, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Starovoitov Vladimir Gavrilovich, Doctor of Economics, Moscow

Trofimov Oleg Vladimirovich, Doctor of Economics, Professor, N. Novgorod

Khorev Alexander Ivanovich, Doctor of Economics, Professor, Voronezh

Tsvetkov Valery Anatolievich Corr. RAS, Doctor of Economics, Professor, Moscow

Founder and publisher: federal state budgetary educational

institution of higher education «Nizhny Novgorod State

Technical University n.a. R.E. Alekseev»

(603155, Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Minin St., 24)

Electronic version of the journal: <https://ds.nntu.ru>

Certificate of registration at the Federal Supervision Service in the field of communications, information technologies and mass communications of the periodical printed edition ПИИ № ФС77-81687 dated August 06, 2021

© Nizhny Novgorod State Technical University
n.a. R.E. Alekseev, 2026

CONTENTS

BASICS OF ECONOMIC SECURITY	4
Mityakov S.N., Koloskova E.M. Personnel security: a multi-level approach	4
Mityakov E.S., Lutskan S.P. Adaptive indicator system for monitoring enterprise economic security: mathematical and numerical modeling	16
	34
INNOVATIVE AND INDUSTRIAL DEVELOPMENT	
Ladynin A.I. Industrial ecosystem management based on a digital platform digital platform-based industrial ecosystem management	34
Kasimov A.A. Ensuring the implementation of import substitution processes based on the development and assessment of the effectiveness of industrial ecosystems	48
Moiseev A.E. Assessing the effectiveness of digital transformation at the micro level	64
SOCIAL ASPECTS OF DEVELOPMENT AND SECURITY	80
Mizikovskiy I.E. Monitoring of stock of goods and material resources as a factor in reducing the risks of loss of material resources at an industrial enterprise	80
Ramazanov S.A. Tokenization of commercial banks' cashless money: nature, problems, and prospects	94
Okhezina G.M., Titova N.A., Frolova M.M. Retail transformation powered by artificial intelligence	104
AUTHORS	115

РАЗВИТИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 1

Научный редактор Д.Н. Лапаев
Редактор В.И. Казакова

Редакция:

603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 28а
Тел. +7(831) 436-01-55; e-mail: ds@nntu.ru

Свободная цена

Подписано в печать 11.03.2026. Дата выхода в свет 18.03.2026
Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 7,5. Тираж 100 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Типография НГТУ
Адрес университета и типографии:
603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24