

Прогнозирование бизнес-процессов в промышленности строительных материалов

Возгомент Никита Владиславович

Аспирант, преп. каф. экономики и управления в строительстве

ORCID: 0000-0002-9431-4670, e-mail: nv_vozgoment@guu.ru

Астафьева Ольга Евгеньевна

Д-р. экон. наук, зав. каф. экономики и управления в строительстве

ORCID: 0000-0003-3957-790X, e-mail: aoe@list.ru

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Аннотация

Рассмотрены теоретические основы, методологические подходы и инструментарий прогнозирования бизнес-процессов в промышленности строительных материалов в рамках парадигмы цифровой экономики. Представлены аргументы, обосновывающие необходимость использования моделирования бизнес-процессов для прогнозирования. Предложена современная трактовка понятия информационного моделирования в промышленности и основные мероприятия, способствующие развитию прогнозирования бизнес-процессов в сферах промышленности. Рассмотрены и систематизированы цели и задачи проведения цифровизации экономики, способствующие прогнозированию бизнес-процессов в промышленности. Обсуждены принципы прогнозирования бизнес-процессов, перспективные вариации повышения качества строительных объектов и снижения уровня рисков и затрат в процессах поставок строительных материалов. Показано, как эволюция подходов к прогнозированию в промышленности строительных материалов в российской отрасли проходит через определенные этапы методологий прогнозирования. Современные методологические подходы учитывают качественные и количественные методы прогнозирования бизнес-процессов в промышленности строительных материалов. Отражено влияние цифровой экономики на парадигмы прогнозирования в эпоху цифровизации, что преобразует прогнозирование из реактивной экстраполяции в упреждающее предсказание посредством нескольких механизмов. Указана важность современных проблем и теоретических пробелов в прогнозировании бизнес-процессов, которые, несмотря на методологические достижения, сохраняются в значительном ключе. Выделена важность теоретических и практических проблем в отрасли: фрагментации данных, неопределенности, вызванной санкциями, цифрового неравенства, концептуального разрыва.

Ключевые слова

Бизнес-процессы, моделирование, прогнозирование, промышленность строительных материалов, цифровизация, экономика

Для цитирования: Возгомент Н.В., Астафьева О.Е. Прогнозирование бизнес-процессов в промышленности строительных материалов // Вестник университета. 2026. № 2. С. 70-80.

Business process forecasting in the building materials industry

Nikita V. Vozgoment

Postgraduate Student, Lector at the Economics and Management in Construction Department

ORCID: 0000-0002-9431-4670, e-mail: nv_vozgoment@guu.ru

Olga Ye. Astafyeva

Dr. Sci. (Econ.), Head of the Economics and Management in Construction Department

ORCID: 0000-0003-3957-790X, e-mail: aoe@list.ru

State University of Management, Moscow, Russia

Abstract

Theoretical foundations, methodological approaches, and tools for forecasting business processes in the building materials industry within the framework of the digital economy paradigm have been studied. The arguments justifying the need to use business process modeling for forecasting have been presented. A modern interpretation of the information modeling concept and the main measures contributing to the forecasting business processes development in the industry have been proposed. The goals and objectives of economy digitalization, contributing to the business processes forecasting in the industry, have been considered and systematized. The principles of forecasting business processes, promising variations of improving the quality of construction facilities and reducing risks and costs in the supply of building materials have been discussed. It has been shown how the evolution of forecasting approaches in the Russian building materials industry goes through certain stages of forecasting methodologies. Modern methodological approaches consider qualitative and quantitative methods of forecasting business processes in the building materials industry. The impact of digital economy on forecasting paradigms in the digital era has been reflected, which transforms forecasting from reactive extrapolation into proactive prediction through several mechanisms. The importance of modern issues and theoretical gaps in forecasting business processes, which, despite methodological advances, persist in a significant way, has been indicated. The importance of theoretical and practical issues in the industry – data fragmentation, uncertainty caused by sanctions, digital inequality, and the conceptual gap – has been highlighted.

Keywords

Business processes, modeling, forecasting, construction materials industry, digitalization, economics

For citation: N.V. Vozgoment, O.Ye. Astafyeva (2026) Business process forecasting in the building materials industry. *Vestnik universiteta*, no. 2, pp. 70-80.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация экономики оказывает существенное влияние на развитие промышленности, изменение в структуре организации производства за счет применения современных технологий и осуществления производственных процессов с применением современных достижений научных знаний. Применительно к отрасли промышленности строительных материалов можно утверждать, что грамотное использование цифровых решений в бизнес-процессах приводит к эффективному использованию ресурсов и обеспечению спроса на рынке строительных материалов, что является приоритетной задачей при достижении ключевых показателей стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации (далее – РФ, Россия) на период до 2030 г.

В последние годы, несмотря на санкционное давление, наблюдается повышение темпа роста экономики промышленного строительства. Согласно Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности (далее – Стратегия), скорректированы показатели производства стройматериалов. С данной инициативой выступило Министерство промышленности и торговли РФ, предложив следующие изменения¹:

- изменить срок реализации Стратегии, увеличив его на перспективу до 2035 г.;
- по срокам, задачам и индикаторам синхронизировать Стратегию развития промышленности строительных материалов (далее – Стратегия ПСМ) со Сводной стратегией развития обрабатывающей промышленности РФ²;
- предусмотреть в рамках реализации Стратегии ПСМ систему учета углеродного следа, а также систему по обеспечению вовлечения во вторичный оборот отходов, образующихся от сноса объектов капитального строительства;
- с целью увеличения количества строящихся энергоэффективных зданий разработать в рамках реализации Стратегии ПСМ свод правил – «Здания высоких классов энергетической эффективности. Правила проектирования» [1].

ОТРАСЛЕВОЙ АНАЛИЗ

Преобразование производственных процессов, обусловленных цифровой трансформацией и требованиями достижения целей и задач, определяемых государственными программами развития, осуществляется под влиянием экзогенных и эндогенных факторов, что требует адаптации деятельности промышленных предприятий и формирования новых подходов к обеспечению промышленного развития с применением цифровых инструментов и возможностей.

При рассмотрении теоретических основ, методологических подходов и существующего инструментария прогнозирования бизнес-процессов в промышленности строительных материалов России определена необходимость их актуализации в рамках парадигмы цифровой экономики [2]. При синтезировании данных по темпам развития промышленности, научных исследований и технологических тенденций установлены теоретические положения как основа для формирования инструментов повышения конкурентоспособности с помощью передовых методологий прогнозирования развития.

Основные теоретические концепции и конструкции в прогнозировании бизнес-процессов в промышленности строительных материалов включают системный подход к оценке будущих состояний бизнес-процессов производства, распределения ресурсов и динамики рынка с применением количественных и качественных методов прогнозирования.

В контексте прогнозирования можно выделить несколько теорий.

1. Теория системной динамики. Деятельность промышленности строительных материалов представляется как совокупность сложных систем с взаимозависимыми факторами (ресурсы, материалы, рабочая сила), где изменения в одном компоненте создают волновые эффекты на протяжении всего жизненного цикла выпускаемого продукта. Волатильность отечественного строительного рынка усиливает эти тенденции, требуя сложных подходов к моделированию. Теория системной динамики концептуализирует развитие производственных предприятий как сложных адаптивных систем, в которых материальные

¹ Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года. Режим доступа: <https://minpromtorg.gov.ru/storage/797ced43-043d-4b4e-b72b-3d36984adbc7/documents/3a3eaba0-c6e7-4094-ad3a-5bbf8f3048ce/1bde905b-0eae-45d4-81e9-37bc043f8311.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).

² Там же.

потоки, динамика труда и нормы взаимодействуют нелинейно. Нестабильный рынок России усиливает циклы обратной связи, что требует разработки моделей развития, учитывающих сбои, вызванные санкциями и политику импортозамещения [3].

2. Пространственная экономика. Региональные различия существенно влияют на прогнозирование бизнес-процессов. Пространственные авторегрессионные модели (англ. Spatial Autoregressive Models, далее – SAR) учитывают межрегиональные зависимости, где внедрение технологий в одном регионе влияет на траектории развития соседних регионов. Технологическая диффузия демонстрирует кластерные закономерности, заключающиеся в том, что инновационные центры, такие как Москва и Санкт-Петербург, генерируют эффекты перетока, в то время как богатые ресурсами регионы (Урал, Сибирь) остаются в большей части центрами запаса минерального сырья для производства, так как обладают низкой включенностью месторождений в общую схему переработки и изготовления строительной продукции при формировании инфраструктуры отрасли [4].

3. Теория интеграции цифровой экономики. Конвергенция физических производственных процессов с цифровыми технологиями создает новые парадигмы прогнозирования. Сосредоточение России на процессах импортозамещения и технологическом суверенитете формирует уникальные пути цифровой трансформации, отличные от западных моделей, но все больше соответствующие восточным стратегиям цифровизации. Теория цифровой интеграции исследует, как новые технологии перестраивают парадигмы прогнозирования. Стремление России к технологическому суверенитету способствовало появлению особых подходов к применению технологий информационного моделирования (далее – ТИМ) и внедрению искусственного интеллекта (далее – ИИ), отдавая приоритет цифровизации, ориентированной на человека, наряду с операционной эффективностью [5].

Основные подходы прогнозирования в промышленности отражены в табл. 1.

Таблица 1

Основные подходы прогнозирования в промышленности

Основные подходы и аспекты	Ключевые компоненты	Сфера применения в российской промышленности
Системная динамика	Контур обратной связи, временные задержки, нелинейные зависимости	Моделирование сбоев в цепочке поставок из-за санкций и эффектов импортозамещения
Цифровая трансформация	ТИМ, Интернет вещей, интеграция ИИ, экосистемы данных	Национальные стратегии внедрения ТИМ и инициативы «умного» города
Пространственная взаимозависимость	Эффект географической близости, переток знаний	Региональные модели распространения технологий в области передовых производственных технологий

Составлено авторами по материалам исследования

Эволюция подходов к прогнозированию в промышленности строительных материалов в российской отрасли проходит через определенные этапы, характеризующиеся появлением различных методологий прогнозирования [6]:

– советский период (до 1990-х гг.) – характеризуется централизованным планированием с детерминированными моделями, основанными на нормативных расчетах ресурсов (эти подходы сверху-вниз были нечувствительны к рыночным показателям и стимулированию к внедрению инноваций, что отражалось в показателях низкой эффективности реализуемых проектов);

– переходный период (1990–2010-е гг.) – происходило введение прогнозирования, учитывающего рыночные факторы и переменные инфляции, потоки иностранных инвестиций и западные технологии управления проектами, наблюдались хронические неточности прогнозирования, что отражалось в показателях перерасходом средств на 20–55 % из-за экономической нестабильности и институциональных слабостей;

– появление цифровых технологий (2020-е гг. – настоящее время) – преобладает интеграция предиктивной аналитики, ИИ и больших данных (англ. Big Data, далее – BD), текущие инициативы направлены на преодоление уникальных проблем России: реконфигурация цепочки поставок, вызванная санкциями, пространственная неоднородность технологических возможностей и ускоренные требования цифрового

суверенитета (выделение Фондом национального благосостояния 400 млрд руб. на инфраструктурные проекты 2021–2023 гг. является примером прогнозирования развития экономики в среднесрочной перспективе)³.

При рассмотрении методологических основ прогнозирования бизнес-процессов отчетливо прослеживаются некоторые закономерности, определяющие практику прогнозирования в промышленности строительных материалов, которая прошла через определенные этапы [7]:

- советские системы (до 1990-х гг.) – централизованные нормативные модели, неспособные реагировать на потребности рынка;
- переходный период (1990–2010-е гг.) – рыночные адаптации, осложненные гиперинфляцией и институциональной нестабильностью, приводят к перерасходу средств на 20–55 %;
- цифровая эпоха (2020-е гг. – настоящее время) – подходы, основанные на данных с использованием Интернета вещей, ИИ и ТИМ и поддерживаемые государственными инициативами, такими как инфраструктурная программа Фонда национального благосостояния стоимостью 400 млрд руб. (5,5 млрд долл. США)⁴.

Современные методологические подходы учитывают качественные и количественные методы прогнозирования бизнес-процессов в промышленности строительных материалов. Цифровая экономика как новая парадигма прогнозирования в современных условиях преобразует его из реактивной экстраполяции в упреждающее предсказание посредством следующих механизмов [8].

1. Генерация набора данных. Интенсивность данных приводит современные отрасли промышленности строительных материалов к генерации огромных наборов данных с датчиков Интернета вещей, моделей ТИМ и телеметрии оборудования. Российские компании все чаще используют их для предиктивного обслуживания и оптимизации ресурсов, хотя фрагментация данных по регионам остается барьером.

2. Применение ИИ. Национальная стратегия развития промышленности РФ до 2030 г. отдает приоритет разработке приложений в части интеграции ИИ⁵. Компьютерное зрение позволяет отслеживать прогресс, обработка естественного языка анализирует нормативные документы, а алгоритмы машинного обучения предсказывают колебания цен на строительные материалы. Гуманизация ИИ – баланс между эффективностью и социальными соображениями – представляет собой отличительный российский подход, подчеркивающий корпоративную социальную ответственность при технологическом развертывании.

3. Информационное моделирование зданий (ТИМ) как цифровая основа строительства в России. ТИМ позволяет проводить моделирования в 4D (время) и 5D (стоимость). Распиренные реализации включают переменные цепочки поставок и нормативные ограничения, создавая актуальные прогнозы, которые обновляются в режиме реального времени по мере изменения параметров проекта.

Методологическая основа прогнозирования бизнес-процессов учитывает количественные и качественные подходы [9]. Количественные подходы включают следующие методы:

- авторегрессионное моделирование – анализ временных рядов (далее – ARIMA) остается распространенным для прогнозирования стоимости материалов, но требует экспертной корректировки с учетом геополитических потрясений (прогнозы цен на арматурную сталь демонстрируют на 30–40 % более высокую точность при объединении статистических моделей с корректировками по методу Дельфи с учетом влияния санкций);
- пространственная эконометрика – модели SAR учитывают региональные взаимозависимости в принятии технологий, а исследования подтверждают, что регионы с сильными исследовательскими организациями (например, Москва, Санкт-Петербург) генерируют пространственные эффекты перетока, ускоряя развитие передовых производственных технологий соседних регионов;
- машинное обучение – нейронные сети обрабатывают неструктурированные данные из спутниковых снимков, погодных условий и баз данных поставщиков для прогнозирования задержек.

К качественному и гибриднему подходам относятся:

- планирование сценариев – критически важно при санкционном давлении (российские подрядчики разрабатывают оптимистичные варианты взаимодействия, представленного технологическим партнерством

³ Россия выделит 400 млрд рублей на инфраструктурные проекты. Режим доступа: <https://www.aa.com.tr/ru/мир/россия-выделит-400-млрд-рублей-на-инфраструктурные-проекты/2693095> (дата обращения: 21.11.25)

⁴ Там же.

⁵ Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года. Режим доступа: <https://minpromtorg.gov.ru/storage/797ced43-043d-4b4e-b72b-3d36984adbc7/documents/3a3eaba0-c6e7-4094-ad3a-5bbf8f3048ce/1bde905b-0eae-45d4-81e9-37bc043f8311.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).

с Азией, пессимистичные (при длительной изоляции) и инерционные (текущие тенденции) сценарии для стресс-тестирования стратегий);

– экспертные системы – инкапсуляция знаний в области сохраняет институциональную память в условиях утечки мозгов. Такие системы, как StroyExpert, интегрируют нормативные знания, региональные ограничения поставок и исторические данные о производительности⁶.

Сравнение моделей прогнозирования отражено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнение моделей прогнозирования

Модель	Диапазон точности	Лучший контекст приложения	Проблемы внедрения в России
ARIMA с экспертной настройкой	Количественный, 70–85 %	Прогнозирование стоимости материалов	Нестабильность санкций требует частой перекалибровки модели
Пространственные модели SAR	Количественный, 75–90 %	Региональное распространение технологий	Несо согласованность данных по регионам
Нейронные сети	Количественный, 80–92 %	Прогнозирование рисков расписания	Требования к вычислительным ресурсам
Анализ сценария	Качественный	Стратегическое планирование	Когнитивные искажения при разработке сценария

Составлено авторами по материалам исследования

При этом региональные и секторальные аспекты вызывают пространственную неоднородность: отрасль промышленности в части строительных материалов в России демонстрирует волатильность от уровня спроса и наличия государственных программ и целей, опубликованных в национальных программах развития отрасли. Центральный округ (Москва) доминирует в коммерческой строительной промышленности с долей рынка 35–40 %, в то время как Сибирь фокусируется на промышленных проектах, связанных с ресурсами.

Пространственное моделирование SAR подтверждает наличие двух отдельных кластеров:

- группа 1 (наукоемкие): Москва, Санкт-Петербург, Татарстан – по плотности научно-исследовательской организации;
- группа 2 (трудоемкие): Урал, Сибирь – в зависимости от наличия технического персонала и доступа к сырью.

Секторальные различия в указанных регионах в части подходах к прогнозированию бизнес-процессов существенно различаются в зависимости от сегмента:

- жилищный – промышленность строительных материалов составляет 40–45 % рыночной стоимости, прогнозирование учитывает демографические тенденции, ставки по ипотеке (объем достиг 687,5 млрд руб./6,9 млрд долл. США в 2024 г.) и государственные программы⁷;
- инфраструктурный – транспорт доминирует (на него выделено 7 трлн руб. до 2025 г.), при прогнозировании необходим пересмотр тенденций по импортозамещению западных технологий и геополитические приоритеты.

Исследование в области прогнозирования бизнес-процессов в промышленности показывает наличие современных проблем и теоретических пробелов:

- фрагментация данных;
- неопределенность, вызванная санкциями;
- цифровое неравенство;
- недостаточность концептуализации подходов к прогнозированию.

Наличие разрозненности в информационных системах государственных учреждений (Федеральная служба государственной статистики), государственных предприятий (открытое акционерное общество «РЖД») и частных подрядчиков приводят к несогласованности прогнозных данных. Сокращение на 40 %

⁶Syrian Legal Development Programme. Involvement of Russian Iranian and Chinese companies in Syria. Режим доступа: <https://sldp.ngo/wp-content/uploads/2022/01/Involvement-of-Russian-Iranian-and-Chinese-companies-in-Syria-1-2.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).

⁷Размер рынка строительства в России, анализ тенденций по секторам, конкурентный ландшафт и прогноз на 2029 (Q2 2025). Режим доступа: <https://www.globaldata.com/store/report/russia-construction-market-analysis/> (дата обращения: 25.11.2025).

бюджета инфраструктуры «РЖД» на 2025 г. (890 млрд руб.) демонстрирует, как внезапные фискальные изменения нарушают прогнозы⁸.

Запреты на западные технологии и финансовые ограничения создают нелинейные разрывы. Традиционные модели прогнозирования способствуют перестройке цепочек поставок и уменьшению неопределенности по качеству замещения.

Региональные технологические разрывы создают асимметричную точность прогнозирования. В то время как Москва внедряет предиктивную аналитику на основе ИИ, отдаленные регионы полагаются на эвристические методы с ошибками прогнозирования на 30–50 % выше.

Современные теории неадекватно рассматривают парадокс управления и инноваций – то, как ориентированная на государство промышленная политика (импортозамещение, технологический суверенитет) одновременно способствует мобилизации ресурсов и ограничивает инновации посредством бюрократического контроля. Требование Москвы к ТИМ в государственных проектах повысило точность прогнозирования на 25 % для крупных подрядчиков. Однако пространственный анализ показывает, что внедрение технологии падает до 15 % в округах Поволжья и Сибири из-за дефицита обучения и инфраструктурных ограничений, что усугубляет региональные различия в возможностях прогнозирования.

Развитие теории прогнозирования требует рассмотрения новых возможностей, появление которых определено цифровизацией:

- гибридные системы ИИ и человеческого интеллекта – мезоуровневые структуры, уравнивающие алгоритмическую эффективность с социальной ответственностью (отечественные исследователи предлагают модели «очеловеченного искусственного интеллекта», включающие измерения социальной ответственности в предиктивную аналитику, особенно для воздействия на рабочую силу);
- интеграция пространственно-временного прогнозирования – объединение подходов SAR с данными цифрового двойника в реальном времени может сократить региональные различия в прогнозах на 30–40%, при этом учитывая географическое разнообразие России;
- модели теории устойчивости: структуры, предвосхищающие системные потрясения (санкции, пандемии) посредством адаптивного планирования сценариев – методология прогнозирования затрат, включающая геополитические факторы риска, обеспечивает основополагающую работу;
- прогнозирование на основе блокчейна – распределенные реестры для обеспечения прозрачности цепочки поставок могут снизить риски санкций за счет проверки источников материалов и происхождения оборудования.

Интегрированная парадигма теоретического ландшафта для прогнозирования бизнес-процессов в отраслях промышленности России отражает уникальное положение сектора на пересечении цифровой модернизации, пространственной сложности и геополитического давления. Основные теоретические конструкции должны развиваться дальше простой адаптации западных моделей, чтобы разрабатывать действительно контекстно-зависимые структуры, включающие:

- пространственно-секторальные взаимодействия – явное моделирование того, как региональные преимущества (исследовательские институты, доступ к ресурсам) пересекаются с секторальной динамикой (жилищный бум, приоритеты инфраструктуры);
- цифровое физическое управление – новые теоретические конструкции для управления экосистемами данных в условиях политики импортозамещения и требований технологического суверенитета, показателями устойчивости являются количественные показатели надежности прогнозов в условиях санкций.

Будущее развитие должно отдавать приоритет гибридным интеллектуальным системам, которые используют сильные стороны российской науки в математическом моделировании. Интеграция пространственной эконометрики с потоками цифровых данных в реальном времени представляет собой способ сокращения региональных различий в прогнозировании. Рынок строительства в России развивается в направлении прогнозируемой стоимости в теоретически обоснованные методы прогнозирования, что будет все больше определять конкурентное преимущество в отрасли, где точность прогнозирования напрямую транслируется в жизнеспособность и прибыльность проекта.

⁸ Российский строительный рынок по типу (ремонт и новое строительство), по секторам (недвижимость, инфраструктура и промышленность). Режим доступа: <https://www.nextmsc.com/report/russia-construction-market> (дата обращения: 25.11.2025).

Данная основа обеспечивает концептуальную инфраструктуру для разработки контекстно-релевантных методологий прогнозирования, которые признают уникальный путь цифровой трансформации России, пространственную неоднородность и институциональную среду. Последующие исследования должны эмпирически проверить эти теоретические положения с помощью исследований регионального строительного комплекса и отраслевых форм территориального планирования.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Концептуальная модель интеграции бизнес-процессов промышленности и смежных отраслей-потребителей строительных материалов представляет процесс взаимодействия прогнозирования бизнес-процессов в промышленности строительных материалов и разработки стратегий развития, учитывающей прогнозные данные по потреблению строительных материалов смежными отраслями.

Выявлены следующие проблемы внедрения прогнозирования бизнес-процессов промышленности строительных материалов:

- асимметрия данных из-за отсутствия у большинства предприятий строительной промышленности интегрированных ERP-систем, что ограничивает точность прогнозов;
- пространственная фрагментация из-за недостаточного применения моделей SAR, включающих переменные трансграничной логистики;
- неопределенность регулирования (частые пересмотры стандартов ГОСТ требуют нормативного прогнозирования в режиме реального времени).

Анализ основных теорий прогнозирования бизнес-процессов промышленности строительных материалов (BPF) представлен в табл. 3.

Таблица 3

Теоретические принципы BPF промышленности строительных материалов

Теории и концепции	Основная предпосылка	Подходы к прогнозированию	Применение в промышленности
Теория систем	Бизнес-процессы – это взаимозависимые подсистемы, реагирующие на внешние/внутренние раздражители	Динамическое имитационное моделирование с петлями обратной связи	Прогнозирование должно учитывать волновые эффекты (например, санкции, нарушающие цепочки поставок материалов → задержки проектов → перерасход средств)
Теория экономической сложности	Рынки – это динамичные, нелинейные системы, в которых агенты адаптируются к неопределенности	Агентное моделирование + моделирование Монте-Карло	Алгоритмы должны учитывать инфляцию в России, региональный разрыв в рабочей силе и геополитические потрясения
Концепция цифровой трансформации	Экосистемы, основанные на данных, позволяют проводить предиктивную аналитику в реальном времени	Предиктивная аналитика на основе искусственного интеллекта с интеграцией Интернета вещей	Интеграция ТИМ (4D-/5D-моделирование), Интернет вещей (датчики оборудования) и ИИ для адаптивного прогнозирования

Составлено авторами по материалам исследования

Основные задачи развития промышленности для хозяйствующих субъектов отражены в стратегических императивах для строительных компаний в цифровой экономике России (табл. 4).

Стратегические императивы в цифровой экономике

Задача разработки	Метрика прогнозирования	Требования к прогнозированию	Стратегическое выравнивание	Механизм реализации	Стратегический результат
Технологический суверенитет	Индекс импортозамещения (ИСИ)	Прогнозировать пути замены санкционированных материалов/оборудования	Доктрина национальной безопасности	Алгоритмы прогнозной диверсификации поставщиков	Снизить зависимость от импорта на 40–60 % к 2030 г. (согласно Стратегии развития промышленности России до 2024 г.) ⁹
Пространственная интеграция	Коэффициент межрегиональной мобильности ресурсов	Модель межрегиональных потоков ресурсов (труд, материалы)	Программы регионального развития	Гравитационные модели потоков труда/материалов	Преодоление разрыва в производительности
Цифровая зрелость	Способность «усваивать» технологии	Прогноз окупаемости инвестиций в внедрение технологий (ИИ, ТИМ)	Корпоративная инновационная стратегия	Дорожные карты интеграции ТИМ-ERP	Достижение экономии средств на 25–30 % за счет профилактического обслуживания и сокращения отходов ¹⁰
Повышение устойчивости	Оценка системного риска	Количественная оценка системных рисков (санкции, инфляция)	Управление рисками предприятия	Моделирование распространения ударной волны	Поддержание рентабельности > 15 % в условиях нестабильной себестоимости производства

Составлено авторами по материалам исследования

Стратегическая структура планирования на основе прогнозных показателей находит отражение в связи показателей прогноза с корпоративной стратегией хозяйствующего субъекта (табл. 5).

Матрица стратегического планирования на основе прогнозов

Стратегическая цель	Индикатор прогноза	Тактические действия	Уровень реализации
Повышение конкурентоспособности	Прогнозы рыночного спроса	Выделение 70 % капитальных затрат на сегменты с высоким ростом	Корпоративный, микро-уровень
Масштабирование инноваций	Уровень распространения технологий (внедрение ТИМ)	Сотрудничество с региональными университетами для подготовки технических специалистов	Региональный, мезо-уровень
Лидерство в стоимости	Волатильность цен на материалы (≥ 18 % для импортных ресурсов)	Локализовать цепочки поставок: перейти на отечественных поставщиков стали/бетона	Оперативный, макро-уровень
Снижение риска	Вероятность задержек проекта (≥ 30 дней) из-за узких мест в разрешениях	Интеграция API (англ. Application Programming Interface – Интерфейс прикладного программирования)	Проект

Составлено авторами по материалам исследования

⁹ Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности России до 2024 года и на период до 2035 года. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/62961.html> (дата обращения: 25.11.2025).

¹⁰ Основные тенденции и возможности на российском строительном рынке до 2025 года. Режим доступа: <https://www.businesswire.com/news/home/20211222005327/en/Key-Trends-and-Opportunities-in-the-Russian-Construction-Market-to-2025-ResearchAndMarkets.com> (дата обращения: 25.11.2025).

Так, при цифровой трансформации «Группы АСР», являющейся промышленной строительной компанией, стратегическое планирование осуществлялось на основе прогнозов развития с дальнейшей разработкой стратегии лидерства, заключающейся в переводе инвестиций на сегмент Москва–Санкт-Петербург, оптимизации затрат за счет учета при заключении контрактов на поставку арматуры прогноза по повышению ее стоимости и масштабирования инноваций по применению ТИМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При рассмотрении моделей прогнозирования бизнес-процессов следует учитывать региональные аспекты, поскольку сфера применения указанных моделей для повышения конкурентоспособности предприятий в промышленности вызывает существенные различия в соответствующих областях [10]:

- жилой сектор (доля рынка 40–45 %) – обусловлен демографическими тенденциями и государственными целями;
- инфраструктура – геополитически чувствительные проекты, такие как коридор Европа – Западный Китай, требующие прогнозирования с учетом санкций;
- промышленность – инициативы по возвращению производства, требующие моделирования локализованной цепочки поставок;
- региональный анализ подтверждает выраженный цифровой разрыв, например, точность прогнозов уменьшается в регионах, в которых слабо развито применение ТИМ.

В качестве основных барьеров, сдерживающих развитие теорий прогнозирования бизнес-процессов, можно выделить следующие аспекты:

- фрагментация данных – разрозненные системы между федеральными службами (Министерство строительства РФ, Министерство промышленности и торговли РФ), госпредприятиями («РЖД») и подрядчиками;
- неопределенность санкций – нелинейные сбои из-за запретов на ввоз оборудования и наличие финансовых ограничений;
- пространственная асимметрия – ошибки прогнозирования на 30–50% выше в периферийных регионах;
- парадокс управления инновациями – противоречие между индустриализацией, направляемой государством, и инновациями снизу-вверх.

Будущие перспективные направления исследования прогнозирования бизнес-процессов в промышленности включают:

- гибридные интеллектуальные системы – интеграция алгоритмической эффективности с аспектами корпоративной социальной ответственности;
- пространственно-временное моделирование – объединение структур SAR с данными цифровых двойников в реальном времени;
- подходы к теории устойчивости – количественная оценка способности к адаптации в условиях системных потрясений;
- прогнозирование с использованием технологий блокчейн – повышение прозрачности цепочки поставок для поставщиков.

Теоретическое значение для контекстно-зависимых моделей заключается в уникальном сочетании пространственной неоднородности, императивов цифрового суверенитета и институциональных ограничений в России.

Развитие пространственно-временных взаимодействий в дальнейшем будет связано с преобладанием мезоуровневых интеграций. Для завершения анализа основных моделей прогнозирования бизнес-процессов в промышленности необходимо определить концептуальные положения прогнозирования бизнес-процессов и основные задачи промышленного развития хозяйствующих субъектов, стратегического планирования их деятельности по производству промышленной продукции на основе прогнозных показателей соответствующего уровня. Структурированный анализ объединяет теоретические положения, задачи промышленного развития и связи стратегического планирования при прогнозировании бизнес-процессов в промышленности.

Согласовывая прогнозные показатели (материальная волатильность, региональный спрос, кривые внедрения технологий) с задачами национальных программ промышленного развития, предприятия могут преобразовать прогнозные идеи (знания) в конкурентное преимущество. Можно отметить, что прогнозирование бизнес-процессов в промышленности как задача научного исследования тесно связана

с необходимостью разработку инструментария, учитывающего целевые показатели развития промышленности и повышения ее конкурентоспособности, установленные в национальных программах.

В дальнейших исследованиях будет предложено количественно оценить рентабельность инвестиций при применении инструментов прогнозирования бизнес-процессов в промышленности по уровням (макро-, микро-, мезо-) с целью определения достижимости цели промышленного развития в условиях цифровой экономики в целом с учетом возможностей, обусловленных применением цифровых решений.

Список литературы

1. Придвижкин, С. В., Баженов, О. В., Шевелева, А. Е. BIM-Lean-Синергия. Инструменты технологического обеспечения бережливого строительства / С. В. Придвижкин, О. В. Баженов, А. Е. Шевелева // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – Т. 2, № 6. – С. 98–104. – EDN YSZGYH.
2. Шарманов, В. В., Симанкина, Т. А., Мамаев, А. Е. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий / В. В. Шарманов, Т. А. Симанкина, А. Е. Мамаев // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 12(63). – С. 113–124. – EDN YNXKEA.
3. Кривенко, Н. В. Импортозамещение как инструмент стабилизации социально-экономического развития регионов / Н. В. Кривенко, Д. С. Епанешникова // Экономика региона. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 765–778. – DOI ekon.reg.10.17059/2020–3-7.
4. Смышляева, Е. Г. Актуальность использования BIM-технологий в строительной отрасли / Е. Г. Смышляева // Бюллетень науки и практики. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 279–282. – EDN CCDEVS.
5. Ряскова, Н. (2015). Финансовые риски, их сущность и классификация / Н. Ряскова // Российский бухгалтер. – 2015. – № 12. – С. 94–108.
6. Дьячкова, О. Риски хозяйственной деятельности и их влияние на показатели отчетности / О. Дьячкова // Практический бухгалтерский учет. Официальные материалы и комментарии. – 2012. – № 11.
7. Стафиевская, М. В. Бухгалтерский учет рисков в коммерческих организациях / М. В. Стафиевская // Международный бухгалтерский учет. – 2014. – № 35(329). – С. 16–29. – EDN SNYCTX.
8. Бурова, О. А. Применение BIM технологий в строительстве: отечественный и мировой опыт / О. А. Бурова, А. С. Божик, А. В. Шевцов // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. – 2020. – № 2. – С. 84–90. – EDN HYOTET.
9. Инновационная Экономика: Учебное пособие / Е. Ю. Сидорова, Д. Ю. Бобошко, В. Ю. Ершова [и др.]. – 1-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 334 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-15480-1. – EDN CDQIDT.
10. Чан, Х. Устойчивость и адаптивность цепочек поставок в условиях санкций: выводы эмпирического анализа и управленческие решения / Х. Чан, В. Ло, И. А. Карачун // Белорусский экономический журнал. – 2025. – № 4(113). – С. 133–151. – DOI 10.46782/1818-4510-2025-4-133-151. – EDN HWOLQV.

References

1. Pridvizhkin, S. V., Bazhenov, O. V., & Sheveleva, A. E. (2017). Bim-Lean-synergy. Technological support tools of lean construction. *Economy and management: problems, solutions*, 2(6), 98–104. (In Russian).
2. Sharmanov, V. V., Simankina, T. L., & Mamaev, A. E. (2017). Risk control of construction based on BIM-technologies. *Construction of unique buildings and structures*, 12(63), 113–124. (In Russian).
3. Krivenko, N. V., Epaneshnikova, D. S. (2020). Import Substitution as a Stabilization Tool for the Socioeconomic Development of Regions. *Economy of Region*, 16(3), 765–778. (In Russian). <https://doi.org/ekon.reg.10.17059/2020–3-7>.
4. Smyshlyaeva, E. (2022). The Relevance of Using BIM Technologies in the Construction Industry. *Bulletin of Science and Practice*, 8(3), 279–282. (In Russian).
5. Ryaskova, N. (2015). Financial risks, their essence and classification. *Russian accountant*, 12, 94–108. (In Russian).
6. Dyachekova, O. (2012) Business risks and their impact on reporting. *Practical accounting. Official materials and comments*, 11. (In Russian).
7. Stafievskaya, M. V. (2014). Accounting of risks in commercial organizations. *International accounting*, 35, 32–35. (In Russian).
8. Burova, O. A., Bozhik, A. S., & Shevtsov, A. V. (2020). Application of BIM technologies in construction: domestic and world experience. *Bulletin of the Moscow University of Finance and Law*, 2, 84–90. (In Russian).
9. Sidorova, E. N., Boboshko, D. N., Yerova, V. N. (2024). *Innovative Economics*. 1st ed. Moscow: Yurait.
10. Chang, H., Luo, W., & Karachun, I. A. (2025). Resilience and optimization of supply chains in Belarus and Russia under sanctions. *Belorussian Economic Journal*, 4(113), 133–151. (In Russian). <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2025-4-133-151>.