УДК 338.45:004.9

ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАТРАТ

Э.В. ШИТОВА
(Представлено: канд. экон. наук, доц. Е.П. ЛИСИЧЕНОК)

В статье систематизированы и проанализированы современные цифровые технологии, применяемые для оптимизации производственных затрат. Автором рассмотрены механизмы экономии при внедрении Интернета вещей, искусственного интеллекта, роботизации, облачных вычислений, цифровых двойников, интеллектуальных систем закупок и цифровых паспортов изделий. На основе обобщения результатов исследований ведущих российских ученых определены типовые эффекты от внедрения инструментов, а также выявлена закономерность, согласно которой максимальная эффективность достигается при комплексной интеграции цифровых решений в единую управленческую экосистему организации.

Современный этап развития промышленности характеризуется активным внедрением цифровых технологий во все производственные и управленческие процессы [1]. Глобальная цифровизация оказывает существенное влияние на эффективность производственных процессов и становится важным фактором повышения конкурентоспособности предприятий [2]. Как отмечают исследователи, в условиях санкционных ограничений и необходимости импортозамещения, цифровая трансформация отечественной промышленности рассматривается в качестве одного из приоритетных направлений государственной политики, что подтверждается соответствующими стратегическими документами и программами развития [3].

Актуальность изучения цифровых инструментов оптимизации затрат обусловлена несколькими факторами. Во-первых, высокая волатильность цен на сырье и энергоносители требует от организаций постоянного поиска внутренних резервов снижения себестоимости продукции. Во-вторых, цифровые технологии позволяют не только сокращать текущие расходы, но и качественно изменять подходы к управлению производством, прогнозированию и предотвращению простоев. В-третьих, анализ практических кейсов российских и зарубежных компаний демонстрирует значительный экономический эффект от внедрения цифровых решений, что подтверждает необходимость их системного изучения и адаптации [4].

Цель данной статьи состоит в систематизации современных цифровых инструментов, применяемых для оптимизации производственных затрат, и оценка потенциального экономического эффекта от их использования на основе анализа научной литературы и практических примеров.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

– проведен обзор научных публикаций по проблематике цифровизации промышленности;
– выделены ключевые технологии, оказывающие наибольшее влияние на снижение затрат;
– систематизированы механизмы экономии и типовые эффекты;
– сформулированы выводы о перспективных направлениях комплексного использования цифровых инструментов.

Глобальная цифровизация оказывает существенное влияние на эффективность производственных процессов и становится важным фактором повышения конкурентоспособности субъектов хозяйствования.

На основе анализа литературных источников были обобщены основные направления цифровизации и их влияние на производственные затраты, представленные далее.

1. Интернет вещей (IoT) и предиктивная аналитика: сокращение простоев оборудования.

Одним из наиболее эффективных направлений цифровизации является внедрение систем промышленного Интернета вещей, позволяющих осуществлять непрерывный мониторинг состояния оборудования в режиме реального времени. Как подчеркивает А.Н. Ершов [5], применение предиктивной аналитики на основе данных с датчиков создает условия для снижения незапланированных остановок производственных линий.

Согласно данным, приведенным в работе Ю.С. Богачева с соавторами [3], внедрение систем мониторинга позволяет снизить незапланированные остановки оборудования на 30–55%.

Технологии Интернета вещей обеспечивают непрерывный мониторинг параметров оборудования (вибрации, температуры, давления) в режиме реального времени, что способствует своевременному выявлению неисправностей на ранних стадиях. Можно привести пример из практики российских организаций: на заводе «Соллерс» система снимает данные со 160 единиц оборудования каждые несколько секунд, выявляя отклонения до того, как они приведут к поломке. Аналогичное решение для группы «ЕвроХим» позволяет дистанционно диагностировать неисправности подшипников, что радикально снижает затраты на аварийный ремонт и обслуживание [5].

Экономический эффект от использования IoT и предиктивной аналитики заключается в снижении затрат на ремонт, уменьшении потерь от брака и сокращении сверхурочных работ, связанных с ликвидацией последствий аварийных остановок.

2. Искусственный интеллект в управлении производством.

Искусственный интеллект (ИИ) находит все более широкое применение в управлении производственными процессами. Как отмечают А.Х. Казанбиева и А.Д. Гасанова [1], внедрение технологий искусственного интеллекта позволяет оптимизировать производственные процессы и обеспечить снижение затрат в среднем на 15–35%. Основные направления использования ИИ включают прогнозирование качества продукции, оптимизацию технологических режимов и контроль производственных операций.

В качестве примера в работе приводится практика холдинга «ФосАгро», который встроил нейросеть GigaChat в систему управления производством. ИИ прогнозирует качество продукции и поддерживает технологический режим, что напрямую снижает эксплуатационные затраты и себестоимость тонны удобрений.

В области энергоэффективности компания Audi тестирует ИИ для управления сушильными камерами на окраске. Нейросеть регулирует температуру и объем воздуха в реальном времени, что обещает значительный эффект по энергосбережению. Кроме того, системы компьютерного зрения на заводах VW Group (система WSD) находят дефекты сварки и передают команду роботу на полировку, исключая ручной контроль и снижая процент брака.

Экономический эффект от внедрения ИИ проявляется в снижении эксплуатационных расходов, уменьшении затрат на энергоресурсы и сокращении потерь от брака.

3. Роботизация производственных процессов.

Роботизация является еще одним значимым направлением оптимизации затрат. Как указывают Р.С. Голов и А.В. Мыльник [2], роботизация производственных процессов способствует снижению зависимости от человеческого фактора, повышению стабильности операций и сокращению трудовых издержек. Авторы подчеркивают, что использование промышленных роботов позволяет достигать высокой точности выполнения операций, что напрямую влияет на снижение брака и повышение качества продукции.

В качестве примера можно привести опыт Челябинского кузнечнопрессового завода, где шестиосевой робот выполняет высокоточную укладку заготовок. Результат – снижение брака, повышение стабильности процесса и исключение тяжелого ручного труда. В сфере внутренней логистики ООО «Пивоваренная компания «Балтика» внедрила беспилотные грузовики «ЭвоКарго» для перевозок внутри площадки, что позволило сократить расходы на грузоперевозки до 30% за счет работы транспорта 24/7 без участия человека [2].

Экономический эффект роботизации складывается из сокращения трудовых затрат, снижения брака и уменьшения логистических издержек.

4. Облачные технологии и Edge Computing.

Переход к облачным вычислениям и периферийным вычислениям (Edge Computing) позволяет предприятиям сократить капитальные затраты на приобретение и обслуживание вычислительной инфраструктуры. И.Н. Краковская [4] с соавторами отмечают, что использование облачных технологий является важным элементом цифровой трансформации, позволяющим снизить затраты на содержание ИТ-инфраструктуры и повысить гибкость управления производственными данными.

Примером эффективного применения данной технологии служит решение Audi Edge Cloud 4 Production, которое перенесло часть вычислений в облако, что позволило отказаться от более чем тысячи промышленных ПК на одном заводе, упростив обслуживание и повысив безопасность [4]. В российской практике ГК «Цифра» также выпускает «облегченные» платформы для быстрого импортозамещения без дорогостоящей модернизации «железа» [4].

Экономический эффект достигается за счет уменьшения капитальных затрат на ИТ-инфраструктуру (CAPEX) и сокращения операционных расходов на обслуживание оборудования.

5. Цифровые двойники (Digital Twins).

Технология цифровых двойников предполагает создание виртуальной модели объекта или производственной системы для проведения испытаний и оптимизации процессов без вмешательства в реальное производство. Р.С. Голов и А.В. Мыльник [2] характеризуют цифровые двойники как один из наиболее перспективных инструментов повышения эффективности производства, позволяющий проводить виртуальное тестирование и настройку оборудования без остановки производственного цикла.

В работе [2] приводится пример использования цифрового двойника на «КАМАЗе», где виртуальная модель цеха позволяет менять настройки станков в виртуальной среде, не останавливая реальное производство. Ошибки выявляются до запуска, а время переналадки сокращается на 40–60%.

Экономический эффект от использования цифровых двойников выражается в резком снижении потерь сырья на тестовых партиях, ускорении вывода новых продуктов на рынок и сокращении простоев оборудования при переналадках.

6. Интеллектуальные системы управления закупками.

Современные системы автоматизированного снабжения на основе ИИ анализируют не только цены, но и сезонность, курсы валют, загрузку складов и даже погодные условия на маршрутах поставок. Как отмечают А.Х. Казанбиева и А.Д. Гасанова [1], применение ИИ в управлении цепочками поставок позволяет автоматически предлагать замену материалов на более дешевые аналоги без потери качества или переносить поставки на даты с минимальными логистическими затратами. В металлургической отрасли такая оптимизация снижает складские остатки на 20–25%, освобождая оборотные средства.

Экономический эффект проявляется в сокращении складских запасов, уменьшении логистических расходов и оптимизации закупочных цен.

7. Цифровой паспорт изделия и предиктивная утилизация.

Цифровой паспорт изделия, содержащий полную историю продукта (состав, режимы обработки, наработку), позволяет эффективно управлять его жизненным циклом. По данным, приведенным в исследовании И.Н. Краковской с соавторами [4], применение данной технологии в авиастроении снижает расходы на утилизацию на 30% и позволяет заранее запускать ремонтные программы вместо закупки новых агрегатов.

Экономический эффект достигается за счет оптимизации процессов технического обслуживания, продления срока службы изделий и снижения затрат на утилизацию.

Результаты анализа литературных источников систематизированы в таблице 1.

Таблица 1. – Цифровые инструменты оптимизации затрат

Технология	Механизм экономии	Типовой эффект
IoT+предиктивная аналитика	Мониторинг состояния оборудования в реальном времени	Снижение простоев на 30-55%
Искусственный интеллект	Оптимизация техрежимов и контроль качества через нейросети	Экономия расходов на 15-35%
Роботизация	Замена ручного труда на стабильную автоматику	Снижение затрат на логистику и брак до 30%
Облака и Edge Computing	Отказ от дорогих ПК за счет облачных вычислений	Уменьшение CAPEX на ИТ-инфраструктуру
Цифровые двойники	Виртуальное тестирование без остановки линии	Сокращение переналадок на 40-60%
Умные закупки	AI – подбор момента и маршрута для поставок	Уменьшение складских запасов на 20-25%
Цифровой паспорт	Отслеживание износа для ремонта или перепродажи	Снижение расходов на утилизацию до 30%

Источник: составлено автором на основе анализа литературы [1–5].

Анализ данных таблицы 1 показывает, что наибольший экономический эффект обеспечивают технологии цифровых двойников (40–60%) и системы IoT с предиктивной аналитикой (30–55%), которые непосредственно влияют на сокращение простоев оборудования и производственных потерь. Менее выраженный, но стабильный эффект наблюдается при использовании облачных технологий и интеллектуальных систем управления закупками.

Проведенный анализ научной литературы показал, что цифровизация является одним из ключевых факторов снижения производственных затрат в современных условиях. Наиболее значимый экономический эффект достигается при использовании технологий Интернета вещей, искусственного интеллекта и цифровых двойников. Обобщение результатов исследований позволяет сделать вывод о возможности сокращения отдельных видов затрат на 15–60% в зависимости от применяемых цифровых решений.

Кроме того, анализ литературных источников показал, что наибольший эффект достигается не при внедрении отдельных цифровых решений, а при их комплексной интеграции в единую систему управления предприятием. Следовательно, дальнейшее развитие цифровой трансформации промышленности должно быть направлено на создание взаимосвязанных цифровых экосистем, обеспечивающих устойчивое снижение затрат и повышение эффективности производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанбиева, А. Х. Инновационные подходы к цифровой трансформации в современной промышленности России: перспективы и вызовы / А. Х. Казанбиева, А. Д. Гасанова // Вестник Академии знаний. – 2024. – № 3. – С. 215–223.
2. Голов, Р. С. Инновационно-синергетическое развитие промышленных организаций (теория и методология) [Электронный ресурс] : монография / Р. С. Голов, А. В. Мыльник. – Москва : Дашков и К, 2021. – Режим доступа: https://znanium.com/catalog/document?id=431501. – Дата доступа: 23.06.2026.
3. Богачев, Ю. С. Основные направления и механизмы цифровизации промышленности РФ / Ю. С. Богачев, П. В. Трифонов, Н. М. Абдикеев // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2022. – № 2. – С. 151–159.
4. Краковская, И. Н. Российская практика государственного регулирования цифровой трансформации промышленности [Электронный ресурс] / И. Н. Краковская, Ю. В. Корокошко, Ю. Ю. Слушкина // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 21–38. – DOI: 10.18721/JE.16102.
5. Ершов, А. Н. Актуальные проблемы развития предиктивной аналитики в промышленности / А. Н. Ершов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. – 2025. – Т. 23, № 3. – С. 187–194. – DOI: 10.18503/1995-2732-2025-23-3-187-194.