

УДК 658:004.9

Т. Ш. Абидов

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: Damien_95@mail.ru

О. А. Воротилова

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград

М. В. Гоголева

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград

Т. Р. Алиев

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград

М. В. Манукян

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ ПОСРЕДСТВОМ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: цифровые технологии, ERP, MRP, EAM, большие данные, цифровизация, искусственный интеллект, производственные системы, инновационные технологии, эффективность.

В статье исследуется влияние инновационных технологий на эффективность производственных систем. На основе анализа литературных источников и опыта практического внедрения данных систем предлагаются рекомендации по их оптимальному применению. Рассмотрены ключевые факторы успеха и потенциальные проблемы при внедрении инновационных технологий в производственную систему. Современные производственные системы сталкиваются с необходимостью постоянного совершенствования для повышения конкурентоспособности. В статье рассматривается роль инновационных технологий, в частности, систем управления активами предприятия (EAM – Enterprise Asset Management), планирования ресурсов предприятия (ERP – Enterprise Resource Planning) и планирования потребности в материалах (MRP – Material Requirements Planning), в решении этой задачи. Проанализированы основные функции и возможности данных систем, их преимущества и недостатки. На основе анализа практических примеров и теоретических исследований предложены рекомендации по выбору и внедрению оптимальных технологических решений для конкретных производственных предприятий, с учётом их специфики и целей. Результаты исследования могут быть полезны для руководителей и специалистов, занимающихся вопросами управления производством и повышения его эффективности.

T. Sh. Abidov

Volgograd State Technical University, Volgograd,
e-mail: Damien_95@mail.ru

O. A. Vorotilova

Volgograd State Technical University, Volgograd

M. V. Gogoleva

Volgograd State Technical University, Volgograd

T. R. Aliev

Volgograd State Technical University, Volgograd

M. V. Manukyan

Volgograd State Technical University, Volgograd

IMPROVING PRODUCTION SYSTEMS THROUGH INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Keywords: digital technologies, ERP, MRP, EAM, big data, digitalization, artificial intelligence, production systems, innovative technologies, efficiency.

The article examines the impact of innovative technologies on the efficiency of production systems. Based on the analysis of literary sources and the experience of practical implementation of these systems, recommendations for their optimal use are proposed. The key success factors and potential problems in the implementation of innovative technologies in the production system are considered. Modern production systems face the need for continuous improvement in order to increase competitiveness. The article examines the role of innovative technologies, in particular, enterprise asset management systems (EAM), Enterprise Resource Planning (ERP) and Material Requirements Planning (MRP), in solving this problem. The main functions and capabilities of these systems, their advantages and disadvantages are analyzed. Based on the analysis of practical examples and theoretical research, recommendations are proposed for the selection and implementation of optimal technological solutions for specific manufacturing enterprises, taking into account their specifics and goals. The results of the study can be useful for managers and specialists involved in production management and efficiency improvement.

Введение

Совершенствование производственных систем в современных условиях является одной из стратегически важных задач для предприятий, стремящихся к устойчивому развитию и конкурентоспособности. Актуальность внедрения инновационных технологий в производственные системы компаний объясняется несколькими важными факторами.

Во-первых, в условиях глобализации и интенсивной конкуренции бизнес стремится к повышению эффективности своих процессов. Инновационные технологии, такие как системы автоматизации, аналитика больших данных (BigData) и технологии искусственного интеллекта (ИИ), позволяют не только оптимизировать производственные процессы, но и улучшить качество обслуживания клиентов, что в свою очередь способствует увеличению их удовлетворённости и лояльности [1].

Во-вторых, рост цифровой экономики требует от компаний быстрой реакции на изменения в потребительских предпочтениях и рыночной ситуации. Внедрение инновационных технологий управления проектами, систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM – Customer Relationship Management) и других цифровых решений даёт возможность компаниям значительно ускорить процесс принятия решений.

Цель исследования. Статья направлена на предоставление комплексного анализа и практических рекомендаций по совершенствованию производственных систем,

стимулирование их адаптации к современным условиям и максимизацию их эффективности через инновационные технологии. Авторы статьи проводят анализ влияния внедрения инновационных технологий на экономическую эффективность, стремятся достичь оптимизации производственных систем посредством инновационных технологий и разработки нового алгоритма производственных систем. В статье выработаны конкретные рекомендации, которые смогут помочь компаниям успешно адаптироваться к изменениям и оптимизировать свои процессы. Данная статья идеальна для исследователей, практиков и студентов, заинтересованных в изучении современных методов управления и технологий, способствующих повышению эффективности бизнеса.

Задачи исследования:

- анализ существующих инновационных технологий;
- моделирование производственного процесса;
- идентификация и минимизация рисков;
- обобщение и систематизация данных;
- разработка рекомендаций по внедрению.

В статье анализируется совершенствование производственных систем предприятий посредством инновационных технологий, изучается алгоритм действий менеджмента во время внедрения инновационных технологий в производственную систему компании.

Объектом изучения является производственная система предприятий.

Предмет – влияние инновационных технологий на эффективность адаптации

менеджмента к внедрению роботизированных комплексов.

Материал и методы исследования

В статье проведен систематический обзор научных публикаций, отчетов и других источников для изучения существующих подходов к совершенствованию производственных систем и оценке эффективности инновационных технологий. А также была использована модель для имитации работы производственной системы с различными сценариями внедрения инновационных технологий и оценки их влияния на производительность, затраты и время цикла. Рассчитаны показатели рентабельности вложений (ROI – Return on Investment), чистой приведённой стоимости (NPV – Net Present Value) и совокупной стоимости владения (TCO – Total Cost of Ownership) для нескольких сценариев внедрения инновационных технологий. Проведен SWOT-анализ для определения сильных и слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с внедрением инновационных технологий.

Результаты исследования и их обсуждение

Своевременная оценка потенциальных рисков и разработка стратегии их минимизации является неотъемлемой частью повышения вероятности успешного внедрения инновационных технологий в производственные системы и достижения задуманных целей. Данная статья исследует проблему, связанную с недостаточной изученностью влияния определённого типа инновационной технологии на конкретные аспекты производственной системы.

В современном менеджменте компании все чаще прибегают к внедрению специализированных систем управления, среди которых особую роль играют система EAM, MRP, ERP и многие др. Каждая из этих концепций обладает своими уникальными характеристиками и функциями, которые способствуют оптимизации процессов в организациях и улучшению их конкурентоспособности.

Внедрение технологий управления проектами, систем CRM, систем управления производственными процессами (MES – Manufacturing Execution System), систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA – Supervisory Control and Data

Acquisition), бизнес-аналитики (BI – Business Intelligence) и других инновационных решений даёт возможность компаниям значительно ускорить процесс принятия решений [2, 3].

Не менее важным является и тот факт, что внедрение инновационных технологий способствует существенному снижению затрат на производство и улучшению качества продукции. Современные технологии, такие как 3D-печать и IoT, дают возможность оптимизировать производственные процессы, сократить время на запуск новых продуктов и снизить издержки. Это создаёт дополнительные конкурентные преимущества для компаний [4].

Мировым лидером в области программных решений для управления предприятием является немецкая компания «SAP» (Systemanalyse und Programmentwicklung), предоставляющая предприятиям интегрированные платформы и приложения для автоматизации и оптимизации производственных систем. Для этого компания предлагает решения для повышения эффективности закупок и оптимизации менеджмента отношений с поставщиками. На рисунке 1 показана SRM-система (Supplier Relationship Management) онлайн-отношений в виде таблицы на языке программирования SQL (Structured Query Language).

```

1. ABAP
2. LOOP AT lt_supplier_list INTO ls_supplier.
3.   WRITE: / 'Supplier Name:', ls_supplier-name,
4.         / 'Contact Email:', ls_supplier-email,
5.         / 'Phone Number:', ls_supplier-phone.
6. ENDLOOP.
```

Рис. 1. Система онлайн-отношений SAP SRM
Источник: составлено автором по [5]

На рисунке 2 показана SRM-система автоматизация процессов P2P (Peer-to-Peer). Такая технология автоматизирует процессы от закупки до оплаты.

```

1. ABAP
2. DATA: lv_purchase_order TYPE ekko-ebeln.
3. SELECT SINGLE ebeln INTO lv_purchase_order
4. FROM ekko
5. WHERE lifnr = '12345'.
```

Рис. 2. Автоматизация процессов P2P SAP SRM
Источник: составлено автором по [5]

На рисунке 3 показана SRM-система мониторинга, которая предоставляет инструменты для мониторинга и оценки эффективности работы поставщиков, позволяя организациям выявлять высокоэффективных поставщиков и области для улучшения.

```

1. ABAP
2. SELECT * FROM supplier_performance
3. WHERE supplier_id = '12345'
4. AND year = '2023'.
    
```

Рис. 3. Система мониторинга SAP SRM
Источник: составлено автором по [5]

На рисунке 4 показана SRM-система анализа расходов, которая помогает организациям выявлять возможности для экономии средств, заключать более выгодные контракты и более эффективно управлять расходами.

```

1. ABAP
2. SELECT * FROM spend_data
3. WHERE category = 'Office Supplies'
4. AND year = '2023'.
    
```

Рис. 4. Система анализа расходов SAP SRM
Источник: составлено автором по [5]

На рисунке 5 показана SRM-система управления контрактами, которая обеспечивает соблюдение требований и снижает риски.

```

1. ABAP
2. DATA: lv_contract_number TYPE ekko-ebeln.
3. SELECT SINGLE ebeln INTO lv_contract_number
4. FROM ekko
5. WHERE contract_type = 'Supply Agreement'.
    
```

Рис. 5. Система управления контрактами SAP SRM
Источник: составлено автором по [5]

В исследовании роли инновационных технологий в управлении финансовыми ресурсами предприятий химической промышленности Волгоградской области одного из авторов текущей статьи даётся подробные определения ключевым инновационным инструментам. Данное исследование помогло выявить слабые и сильные стороны для SWOT-анализа внедрения инновационных технологий в производственную систему предприятий (рис. 6) [6].

Перед менеджментом организации возникает задача принятия необходимых мер для устранения перечисленных рисков и эффективного внедрения инновационных систем в производственную систему предприятия, разработать чёткую стратегию внедрения:

- определение целей, задач, этапов внедрения, ключевых показателей эффективности (KPI), а также уверенность, что стратегия соответствует общим бизнес-целям компании;

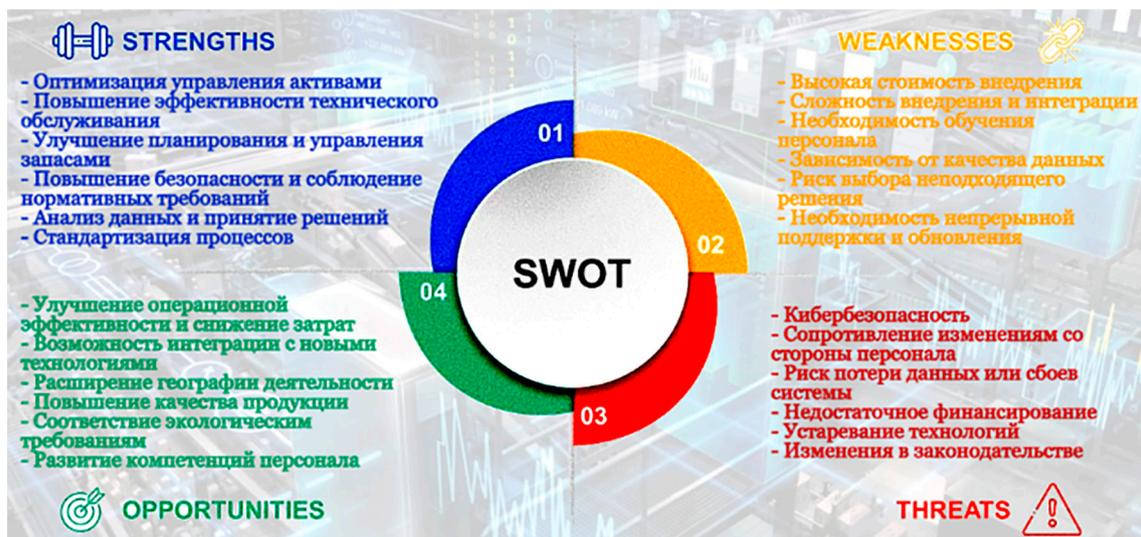


Рис. 6. SWOT-анализ внедрения инновационных технологий в производственную систему
Источник: составлено автором по [6]

- выбор подходящей ЕАМ-системы, тщательная оценка потребностей бизнеса, сравнение предложений различных поставщиков, учёт функциональности, стоимости, масштабируемости и поддержки.

- формирование кросс-функциональной команды внедрения, включающую ответственных за принятие решений, технический персонал, пользователей (менеджеры производственных подразделений, специалисты по техническому обслуживанию (ТО) и т.д.).

- внедрение многоуровневой защиты и надёжных мер кибербезопасности, регулярное обновление системы, аудит и контроль безопасности;

- вовлечение персонала в процесс внедрения, обучение, поддержка, мотивация и разъяснение преимуществ всем задействованным сотрудникам;

- создание резервного копирования данных, разработка плана аварийного восстановления, организация технической поддержки;

- управление данными, гарантия точности, полноты и актуальности данных об активах, а также разработка механизма контроля качества данных.

- тщательное финансовое планирование, регулярная оценка поиск альтернативных источников финансирования, обоснование ROI;

- регулярный анализ рынка, планирование обновлений и модернизации системы, стратегическое партнёрство с поставщиками; непрерывный мониторинг законодательства, адаптация системы к новым требованиям, консультации с экспертами.

Оценка эффективности внедрения инновационных технологий в производственную систему компании включает комплекс финансовых и системных методов. Основ-

ные подходы дополняемые качественными метриками:

- a) ROI показывает экономическую эффективность внедрения ИТ [7];

- b) TCO показывает совокупные затраты на ИТ [7];

- c) NPV [7];

- d) референсная модель производительности (PRM – Partner Relationship Management) показывает влияние ИТ на ключевые показатели компании (производительность, качество услуг, экономическая эффективность);

- e) бизнес-оценка ИТ-сферы (BVIT – Business Value of IT) учитывает стратегическое согласование, архитектуру, влияние на бизнес-процессы и прямую окупаемость;

- f) сбалансированная система показателей (BSC – Balanced Scorecard) включает финансовые, клиентские, внутренние и обучающие показатели.

Рассмотрим их особенности и применение:

- для BI и CRM лучше учитывать не только прямые выгоды (рост продаж), но и косвенные (ускорение принятия решений);

- для ИИ и машинного обучения (ML – Machine Learning), использовать дисконтированный денежный поток (DCF – Discounted Cash Flow) и анализ чувствительности для оценки отсроченных эффектов;

- для облачных решений сравнить TCO с локальными системами, учитывая поддержку и масштабируемость.

На таблице 1 показан сравнительный анализ основных методов оценки эффективности внедрения инновационных технологий в производственную систему компании.

Для расчета эффективности (ROI, NPV или TCO) возьмём российскую ОАО «ТМК» («Трубная металлургическая компания»), который входит в тройку мировых лидеров производителей труб.

Таблица 1

Сравнение основных методов оценки эффективности внедрения инновационных технологий в производственную систему компании.

Критерий	ROI	TCO	NPV
Фокус	Прибыль vs. затраты	Совокупные затраты	Чистая приведённая стоимость
Сложность расчёта	Требует чётких данных по доходам	Учитывает скрытые расходы	Требует прогноза денежных потоков
Применение	Краткосрочные проекты	Сравнение вариантов внедрения	Долгосрочные инвестиции

Источник: составлена автором по [7].

Таблица 2

Анализ показателей чистой прибыли ОАО «ТМК» за 2017-24 гг. в млрд руб.

Показатель	2017	2018	2019	2020	Δ	2021	2022	2023	2024	Δ
ЧП	9,69	-2,58	14,35	18,53	10	4,6	8,7	39,2	17,5	17,5

Источник: составлена автором по материалам годовых отчетностей компаний [8].

Для начала необходимо определиться со стоимостью инвестиций во внедрение инновационных технологий в производственную систему компании. Стоимость внедрения варьируется в зависимости от масштаба проекта, отрасли и выбранных технологий. В 2021 году компания внедрила цифровые двойники для трубопрокатного производства и ИИ-алгоритмы для оптимизации сталеплавильных процессов. Исходя из годовой отчетности компании за 2021 год, общая сумма инвестиций составила 6 млрд руб.:

- внедрение инновационных технологий (5 млрд руб.) [8].
- расходы на ПО (1 млрд руб. в год)

Из той же отчетности были определены показатели чистой прибыли компании за 4 года до внедрения и спустя 4 года после внедрения, которые наглядно показаны на таблице 2.

Показатель среднегодовой чистой прибыли компании за 4 года после внедрения инновационных технологий в производственную систему вырос на 7,5 млрд руб. Рассчитаем ROI для данного внедрения:

$$ROI = \frac{\text{Прибыль от инвестиций} - \text{Затраты}}{\text{Затраты}} \times 100\% = \frac{(7,5 \text{ млрд} - 6 \text{ млрд})}{6 \text{ млрд}} \times 100\% = 25\%$$

Это означает, что затраты на внедрение и ПО окупятся в течении 4 лет.

Заключение

Внедрение систем ЕАМ предоставляет значительные возможности для повышения эффективности производства, оптимизации затрат и повышения безопасности. Однако, успешное внедрение требует тщательного планирования, управления рисками и постоянного совершенствования. В работе были обобщены и систематизированы данные по совершенствованию производственных систем посредством инновационных технологий. А также, даны четкие рекомендации по внедрению инновационных технологий в производственную систему предприятий. Тщательный анализ всех аспектов, освещенных в SWOT-анализе, позволил максимально эффективно использовать потенциал инновационных технологий, в особенности систем ЕАМ, достичь поставленных бизнес-целей, а точнее, идентифицировать и минимизировать риски связанные с внедрением. При анализе существующих технологий смоделированы производственные процессы, такие как, мониторинг, анализ расходов, ТО оборудования, работа с поставщиками, P2P, управление контрактами и т.д.

Библиографический список

1. Арсеньева Н.В., Путятин Л.М., Колосова В.В., Тихонов Г.В. Цифровая трансформация как стратегия эффективного развития промышленного предприятия // СТИН. 2024. № 6. С. 59-63. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=67212601> (дата обращения: 15.02.2025).
2. Александров В.Р., Щеткин А.А., Бевз А.С. Генеративный искусственный интеллект в планировании производства // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. Пенза: ПГУ, 2025. № 1. С. 34-45. URL: https://www.researchgate.net/publication/390864840_GENERATIVNYJ_ISKUSSTVENNYJ_INTELLEKT_V_PLANIROVANII_PROIZVODSTVA_GENERATIVE_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_IN_MANUFACTURING_PLANNING (дата обращения: 15.02.2025). DOI: 10.21685/2307-5538-2025-1-5.
3. Sakunthala A. Role of Information Technology on CRM Implementation in selected Industries // Asian Journal of Management. Raipur: A & V Publications. 2020. Т. 11. № 4. С. 413-418. URL: <https://scispace.com/papers/role-of-information-technology-on-crm-implementation-in-dc8mflytbv> (дата обращения: 15.02.2025). DOI: 10.5958/2321-5763.2020.00063.3.

4. Buja A. Accessibility symbol Accessibility Information Book Cybersecurity of Industrial Internet of Things (IIoT). Boca Raton: CRC Press, 2025. 160 с. ISBN: 9781003383253. URL: https://www.researchgate.net/publication/391730549_Cybersecurity_of_Industrial_Internet_of_Things_IIoT (дата обращения: 15.02.2025).
5. Yeturi G. SAP SRM Transformation: Seamless Migration and Performance Optimization // International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. Rajkot: Technoscience Academy. 2025. Т. 11. № 1. С. 2967-2974. URL: https://www.researchgate.net/publication/389238353_SAP_SRM_Transformation_Seamless_Migration_and_Performance_Optimization (дата обращения: 15.02.2025). DOI: 10.32628/CSEIT251112320.
6. Абидов Т.Ш., Воротилова О.А., Котова О.В., Лысенкова К.С., Криворотова С.А. Роль цифровых технологий в управлении финансовыми ресурсами предприятий химической промышленности волгоградской области // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2025. № 5-1. С. 6-14. URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=4125> (дата обращения: 30.03.2025). DOI: 10.17513/vaael.4125.
7. Bilotserkivskiy O. Economic efficiency assessment of implementing crm systems into trade enterprises activity // Odessa National University Herald Economy. Kherson: Publishing house Helvetica, 2020. Т. 25. № 2-81. С. 167-172. URL: https://www.researchgate.net/publication/342297431_ECONOMIC_EFFICIENCY_ASSESSMENT_OF_IMPLEMENTING_CRM_SYSTEMS_INTO_TRADE_ENTERPRISES_ACTIVITY (дата обращения: 15.02.2025). DOI: 10.32782/2304-0920/2-81-27.
8. Годовая отчётность ОАО «ТМК» // Центр раскрытия корпоративной информации Интерфакс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=274&type=3> (дата обращения: 02.03.2025).