

УДК 621.3.049.77:658.5.011.56:658.26; 004.738.5

UDC 621.3.049.77:658.5.011.56:658.26; 004.738.5

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

# **ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЕЙ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ**

# **INTERNET OF THINGS AS A PROMISING TOOL FOR AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF THE ENTERPRISE**

Миниханова Полина Алексеевна

Minikhanova Polina Alekseevna

Манзуллина Альфия Маратовна

Manzullina Alfiya Maratovna

Шайхутдинов Шамиль Радикович

Shaikhutdinov Shamil Radikovich

E-mail: [minihanovapa@mail.ru](mailto:minihanovapa@mail.ru)

E-mail: [minihanovapa@mail.ru](mailto:minihanovapa@mail.ru)

*Казанский государственный энергетический университет, г.Казань*

*Kazan State Power Engineering University, Kazan*

Мухаметгалеев Танир Хамитевич

Mukhametgaleev Tanir Khamitevich

Кандидат технических наук, доцент

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

E-mail: [banzay-13-13@yandex.ru](mailto:banzay-13-13@yandex.ru)

E-mail: [banzay-13-13@yandex.ru](mailto:banzay-13-13@yandex.ru)

*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань*

*Kazan State Power Engineering University, Kazan*

В статье исследуются вопросы внедрения интернет-вещей как перспективного направления автоматизации технологических процессов предприятия. Современное производственное предприятие может эффективно организовать свои производственные процессы только внедряя современные технологии, которые позволяющие оптимизировать бизнес-процессы, снижать издержки производства, повышать качество продукции и производить инновационную и усовершенствованную продукцию. Одной из современных и эффективных технологий в настоящее время является интернет-вещей. Новизна исследования заключается в том, что авторами статьи предлагаются мероприятия по внедрению интернета-вещей на производственном предприятии для оптимизации его производственных процессов и повышения качества выпускаемой продукции

The article investigates the issues of implementation of Internet things as a promising direction of automation of technological processes of the enterprise. Modern manufacturing enterprise can effectively organise its production processes only by implementing modern technologies that allow to optimise business processes, reduce production costs, improve product quality and produce innovative and improved products. One of the modern and effective technologies nowadays is the Internet of Things. The novelty of the study lies in the fact that the authors of the article propose measures to implement the Internet of Things at the production enterprise to optimise its production processes and improve the quality of products

**Ключевые слова:** ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЕЙ, ПРОИЗВОДСТВО, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС, ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ПРОДУКЦИЯ, ИННОВАЦИОННАЯ ПРОДУКЦИЯ

**Keywords:** INTERNET OF THINGS, PRODUCTION, PRODUCTION PROCESS, PRODUCTION TECHNOLOGIES, PRODUCTS, INNOVATIVE PRODUCTS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-210-025>

**Введение.** Для повышения эффективности производственных процессов АО «Завод Электрон» необходимо внедрить технологии

<http://ej.kubagro.ru/2025/06/pdf/25.pdf>

Интернета вещей (IoT). Это откроет перед компанией широкие возможности для увеличения объемов производства, оптимизации бизнес-процессов и укрепления конкурентных преимуществ на рынке.

Технология IoT – это создание единой сети взаимосвязанных устройств, которые беспрепятственно обмениваются данными. На производственных площадях завода могут быть установлены различные датчики, которые подключаются к облачным сервисам и позволяют собирать и анализировать информацию для дальнейшей оптимизации работы предприятия. В современной цифровой производственной среде данные становятся ключевым ресурсом, а их систематический сбор и обработка открывают новые возможности для совершенствования технологических процессов.

Важным преимуществом Интернета вещей является его способность передавать и хранить большие объемы информации в режиме реального времени при централизованном хранении. Автономная работа датчиков и других компонентов IoT снижает необходимость вмешательства человека в производственные процессы. Современные датчики не только фиксируют параметры работы оборудования, но и способны автономно обнаруживать сбои и принимать решения об аварийном отключении оборудования.

Для АО «Завод Электрон» внедрение IoT-технологий особенно актуально в свете морального и физического устаревания оборудования и систем промышленной автоматизации. Модернизация производственных объектов с использованием IoT-решений позволит не только значительно расширить функционал существующих систем, но и продлить срок их эксплуатации.

Современные технологические тенденции создают благоприятные условия для такой модернизации. Значительное снижение стоимости передачи и хранения данных через Интернет дает компаниям возможность

экономически эффективно работать с огромными блоками информации. Сегодня стоимость хранения терабайта производственных данных в разы дешевле, чем в предыдущие годы, что открывает новые перспективы для цифровой трансформации производства.

Цель работы – разработать рекомендации по внедрению интернета-вещей на производственном предприятии АО «Завод Электон».

**Результаты исследования.** Современная промышленная автоматизация вышла за рамки простой настройки машин на выполнение задач без участия человека. Благодаря развитию технологий IoT датчики теперь не только отслеживают состояние оборудования и отправляют данные в облако, но и способны принимать автономные решения о запуске или остановке производственных процессов в исключительных ситуациях.

Хорошим примером может служить датчик вибрации, установленный в промышленном оборудовании. При обнаружении вибрации он не только фиксирует показания, но и отправляет их в облачную систему для анализа. Эти возможности стали реальностью благодаря мощным межмашинным решениям (M2M), которые являются важной частью экосистемы IoT. Эти технологии позволяют сетевым устройствам общаться друг с другом и выполнять сложные операции без участия человека.

Технологии M2M охватывают практически все отрасли, включая промышленные системы безопасности. Например, при превышении допустимого температурного режима на производстве датчики не только фиксируют это событие, но и могут запустить автоматическое отключение систем отопления, если такая логика была предусмотрена службой охраны труда и промышленной безопасности.

Альтернативным решением является создание системы оповещения, когда важная информация отправляется ответственным работникам на их рабочие станции, планшеты или смартфоны. Таким образом, специалисты могут удаленно отдавать приказы на отключение оборудования, снижение

температуры или другие корректирующие меры для обеспечения безопасности производства.

Этот подход показывает, как современные технологии меняют традиционные принципы промышленной автоматизации и делают производственные процессы не только более автономными, но и гораздо более безопасными.

Для повышения эффективности производственных процессов на АО «Завод Электрон» рекомендуется внедрение современных систем MDC (Machine Data Collection) и MES (Manufacturing Execution System).

MDC – это комплекс решений по сбору промышленных данных, основанный на технологии Интернета вещей. Система обеспечивает непрерывный мониторинг работы оборудования и сбор ключевых производственных показателей [1].

MES – специализированное программное обеспечение для управления производственными процессами. Система позволяет проводить детальный анализ, синхронизировать и оптимизировать производство. Хотя MES изначально используется для управления на уровне отдельных цехов, ее функциональность позволяет распространить ее на всю компанию.

Важно отметить, что системы MDC и MES играют важную роль связующего звена между производственным оборудованием и системами управления компанией. Их внедрение создает единое информационное пространство для мониторинга и оптимизации всех производственных процессов. Эти технологии - современные инструменты для цифровой трансформации производства, которые могут значительно повысить конкурентоспособность компании [2].

Внедрение системы MDC предоставляет промышленной компании новые аналитические возможности, выходящие далеко за рамки традиционного учета. Эта технология позволяет получать подробную информацию о фактической загрузке оборудования, времени простоя,

технологических параметрах и MTBF для каждой производственной единицы. Стоит отметить, что к системе может быть подключено любое оборудование, будь то компрессор или металлообрабатывающий станок.

Являясь типичным представителем промышленного IoT, система MDC позволяет в режиме реального времени оценивать производственные мощности каждого участка. Это позволяет оперативно принимать управленческие решения для оптимизации распределения производственной нагрузки. Анализ поступающих данных помогает предотвратить критические ситуации: незапланированных остановок производства, аварийных простоев оборудования, срывов графиков технического обслуживания и нарушений логистических операций [3].

Собранные системой данные становятся основой для интеллектуальных алгоритмов, которые преобразуют методы технического обслуживания. Технология позволяет перейти от традиционного профилактического обслуживания к современной системе технического обслуживания, основанной на фактическом состоянии оборудования. Она позволяет прогнозировать потенциальные отказы, оптимизировать ремонтные циклы и быстро устранять возникающие неисправности.

Таким образом, MDC является ключевым инструментом для оцифровки производства, обеспечивая радикально новый уровень контроля и управления технологическими процессами.

Основу системы составляет блок мониторинга MDC, основной функцией которого является сбор данных с производственных объектов. Он включает в себя блок передачи данных, который обеспечивает немедленную реакцию на события процесса.

Многоуровневая система управления производством основана на базовом блоке. Модуль управления производством обеспечивает распределение смен и контроль параметров технологического процесса, включая управление оператором. Модуль управления простоем

оборудования реализует различные стратегии технического обслуживания в зависимости от фактического состояния установки, времени работы или утвержденного графика [4].

Специальный модуль управления программным обеспечением для станков с ЧПУ дополнен сложной системой диагностики вибраций. Анализируя данные вибромониторинга, система прогнозирует возможные отказы критических компонентов станка, в частности, оценивает состояние подшипниковых узлов.

Гибкость системы позволяет заказчику сконфигурировать ряд устройств под конкретные производственные задачи. Важным преимуществом является возможность интеграции с системами управления предприятием, включая ERP-решения и другие производственные информационные системы.

Внедрение MDC на заводе «Электрон» открывает широкие возможности для повышения эффективности работы компании. Важным аспектом успешной реализации проекта является четкое соответствие достигнутых результатов поставленным целям.

Существует две основные стратегические цели внедрения системы MDC в промышленной компании. Первая направлена на увеличение объемов производства без роста операционных затрат. Вторая - снижение затрат при сохранении существующих объемов производства.

Потенциал роста производства может быть реализован за счет оптимизации использования существующего оборудования и технической реорганизации производственных участков. Наибольший экономический эффект достигается за счет максимального использования существующих производственных мощностей без дополнительных капитальных вложений. Однако такая стратегия требует полной прозрачности информации о фактической загрузке каждого завода, что гарантируется системой MDC.

Достижение этих целей становится возможным благодаря комплексному мониторингу производственных процессов, который позволяет выявлять и устранять скрытые резервы. Система предоставляет руководству надежные данные, позволяющие принимать обоснованные управленческие решения в режиме реального времени [6].

Схема интеграции в производство системы класса MDC показана на рисунке 1.



Рис. 1. Схема интеграции в производство системы класса MDC

Система мониторинга оборудования внедряется поэтапно. Первый этап – это пилотный проект для оценки эффективности решения на ограниченном производственном участке. После успешной апробации система разворачивается в цехе. Положительные результаты станут основой для принятия решения о полном разворачивании системы на всей территории компании.

Заключительным этапом является интеграция системы на уровне фермерского хозяйства, что позволяет централизованно контролировать использование оборудования на всех производственных площадках. Это

позволяет руководству компании анализировать производственные показатели в едином информационном пространстве.

Продолжительность установки зависит от типа и масштаба внедрения. Отдел из 10 станков можно подключить за 2-3 рабочих дня, а внедрение сложного оборудования на предприятии с парком в 100-150 станков занимает около месяца.

Современные станки с ЧПУ с возможностью подключения к сети оснащены датчиками и могут быть подключены к системе за 10-20 минут. Подключение устаревшего или технологически сложного оборудования занимает 2-3 часа на станок, так как необходимо установить дополнительные аппаратные компоненты и настроить интерфейсы.

Такой поэтапный подход позволяет минимизировать риски и обеспечить плавный переход предприятия на новую систему мониторинга с минимальным влиянием на производственный процесс.

Текущий коэффициент использования оборудования АО «Завод Электрон» составляет до 40%, что свидетельствует о наличии значительных свободных производственных мощностей. Повысив коэффициент использования оборудования всего на 10-20%, компания может значительно увеличить свою прибыль без дополнительных инвестиций.

В экономике производства существует один ключевой показатель – машино-часы, метод расчета которого может варьироваться в зависимости от специфики компании. Однако общепринятой методикой является определение этого показателя путем соотношения общих затрат на содержание оборудования и фактически отработанных часов [2].

Такой расчет позволяет объективно оценить затраты на эксплуатацию каждой единицы оборудования и определить экономический эффект от повышения эффективности его использования. Это особенно важно для АО «Завод Электрон», поскольку, учитывая масштабы

предприятия, даже небольшое увеличение загрузки производства может иметь значительный экономический эффект.

Оптимизация использования существующих производственных мощностей представляется стратегически важным направлением повышения экономической эффективности компании. Для реализации этого потенциала необходимо внедрение современных систем мониторинга и анализа работы оборудования с целью выявления и устранения причин неполного использования производственных мощностей.

Повышение эффективности использования существующего оборудования приводит к снижению стоимости машино-часов, что дает прямую экономическую выгоду для компании. Однако для снижения затрат при сохранении текущих объемов производства требуется другая стратегия: минимизация незапланированных простоев путем тщательного анализа их причин [4].

Систематический анализ факторов, вызывающих простои, помогает выявить ключевые проблемы в производственном цикле. В частности, анализ может выявить значительное превышение времени переналадки или логистические нарушения при доставке деталей и инструментов на рабочие места. Когда эти недостатки в работе накапливаются, они часто приводят к необходимости перехода на работу в три смены вместо обычных двух.

**Заключение.** Внедрив систему управления производственным оборудованием MDC, компания сможет сэкономить значительные финансовые средства. Основной экономический эффект будет достигнут за счет оптимизации использования имеющегося оборудования без приобретения новых станков.

Дополнительная экономия будет достигнута по нескольким направлениям: анализ данных о работе оборудования позволит снизить

расходы производства. Оптимизация трудовых ресурсов позволит сократить фонд оплаты труда.

Необходимым условием достижения таких результатов является наличие четкой методологии оценки эффективности технологий промышленного Интернета вещей. Помимо непосредственного снижения затрат на обслуживание станочного парка, система MDC обеспечивает ряд операционных преимуществ. Она упрощает перемещение по цеху, ускоряет передачу управляющих программ и позволяет объективно контролировать время переналадки.

Таким образом, цифровые технологии меняют традиционный подход к управлению производственными активами, создавая значительные экономические преимущества одновременно по нескольким направлениям.

#### Список источников

1. Александров В. Р., Баранов С. Е., Обухов И. А. Промышленный интернет вещей для предприятий радиоэлектронной промышленности // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2022. Т. 5, № 2. С. 191—199.
2. Искусственный интеллект в задачах планирования производства / В. Р. Александров, С.Е. Баранов, М.И. Кузнецов [и др.] // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. — 2022. — Т. 5, № 2. — С. 196—208.
3. Сазонов А.А., Джамай В.В., Повеквечных С.А. Анализ эффективности внедрения CALS технологий (на примере отечественного авиастроения) // Организатор производства. – 2018. – № 1. – с. 84-92.
4. Сергеева И. Г., Чеботарь А. В., Харламов А. В. Оценка применения информационных технологий и систем в инновационной деятельности организации // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2020. – № 1(121).
5. Сунтеев А. Н., Попова Л. В. Повышение эффективности деятельности машиностроительного предприятия за счет оптимизации производственных процессов в условиях цифровизации // Шаг в науку. – 2021. – № 1. – С. 55–60.
6. Цифровая трансформация системы планирования на основе цифрового двойника / Е. А. Яковлева, И. А. Толочко, А. А. Ким, А. А. Черняева // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15, № 7. – С. 2811-2826. – DOI 10.18334/ce.15.7.112351
7. Цифровизация производства и цифровые двойники: объединяем PLM, IoT и Big Data. BigData. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (дата обращения: 18.03.2025).
8. Чикало О. В., Александров В. Р., Обухов И. А. Система раннего обнаружения проблемного телекоммуникационного оборудования. В сб. : 30-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2020 (Севастополь, 6—12 сент. 2020 г.). 2020. С. 128—129.

9. Яковлева Е.А., Гаджиев М.М., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д. Модель анализа материальных и нематериальных факторов эффективности в системе стратегического планирования на основе совместного причинно-следственного картирования и фреймового представления знаний // Экономика, предпринимательство и право. – 2021. – № 1. – с. 145-158.

10. Яковлева Е.А., Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – № 2. – doi: 10.18334/vinec.11.2.112016.

## References

1. Aleksandrov V. R., Baranov S. E., Obuxov I. A. Promy`shlenny`j internet veshhej dlya predpriyatij radioe`lektronnoj promy`shlennosti // Infokommunikacionny`e i radioe`lektronny`e texnologii. 2022. T. 5, № 2. S. 191—199.

2. Iskusstvenny`j intellekt v zadachax planirovaniya proizvodstva / V. R. Aleksandrov, S.E. Baranov, M.I. Kuznecov [i dr.] // Infokommunikacionny`e i radioe`lektronny`e texnologii. — 2022. — T. 5, № 2. — S. 196—208.

3. Sazonov A.A., Dzhamaj V.V., Povekvechny`x S.A. Analiz e`ffektivnosti vnedreniya CALS texnologij (na primere otechestvennogo aviastroeniya) // Organizator proizvodstva. – 2018. – № 1. – с. 84-92.

4. Sergeeva I. G., Chebotar` A. V., Xarlamov A. V. Ocenka primeneniya informacionny`x texnologij i sistem v innovacionnoj deyatel`nosti organizacii // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo e`konomicheskogo universiteta. – 2020. – № 1(121).

5. Sunteev A. N., Popova L. V. Povy`shenie e`ffektivnosti deyatel`nosti mashinostroitel`nogo predpriyatiya za schet optimizacii proizvodstvenny`x processov v usloviyax cifrovizacii // Shag v nauku. – 2021. – № 1. – S. 55–60.

6. Cifrovaya transformaciya sistemy` planirovaniya na osnove cifrovogo dvojnika / E. A. Yakovleva, I. A. Tolochko, A. A. Kim, A. A. Chernyaeva // Kreativnaya e`konomika. – 2021. – T. 15, № 7. – S. 2811-2826. – DOI 10.18334/ce.15.7.112351

7. Cifrovizaciya proizvodstva i cifrovye dvojniki: ob`edinyajem PLM, IoT i Big Data. BigData. [E`lektronny`j resurs]. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/digital-twin-plm-iot-big-data.html> (data obrashheniya: 18.03.2025).

8. Chikalo O. V., Aleksandrov V. R., Obuxov I. A. Sistema rannego obnaruzheniya problemnogo telekommunikacionnogo oborudovaniya. V sb. : 30-ya Mezhdunar. Kry`mskaya konf. «SVCh texnika i telekommunikacionny`e texnologii» — Kry`MiKo`2020 (Sevastopol`, 6—12 sent. 2020 g.). 2020. S. 128—129.

9. Yakovleva E.A., Gadzhiev M.M., Sharich E`E`, Yakovleva D.D. Model` analiza material`ny`x i nematerial`ny`x faktorov e`ffektivnosti v sisteme strategicheskogo planirovaniya na osnove sovmestnogo prichinno-sledstvennogo kartirovaniya i frejmovogo predstavleniya znaniy // E`konomika, predprinimatel`stvo i pravo. – 2021. – № 1. – с. 145-158.

10. Yakovleva E.A., Tolochko I.A. Instrumenty` i metody` cifrovoj transformacii // Voprosy` innovacionnoj e`konomiki. – 2021. – № 2. – doi: 10.18334/vinec.11.2.112016.