

АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

AUTOMATION IN INDUSTRY: THE APPLICATION OF VIRTUAL DESIGN AND MODELING

A. Goncharov

Summary. In the context of globalization and accelerated progress, the introduction of automated systems is becoming an integral part of the survival and growth strategy for most industrial enterprises. This is due to a variety of factors, including the need to increase productivity, improve product quality, reduce costs and minimize the human factor in production processes. Automation in industry benefits greatly from the use of virtual design and simulation. These technologies make it possible to improve the development process, reduce costs and improve the quality of the final product. The article discusses the characteristics and advantages of using various virtual design and modeling technologies in the activities of an industrial enterprise. The focus is on technologies such as digital twins, as well as 3D modeling and simulation. In recent years, they have become an important tool for modern industrial enterprises, helping them to increase efficiency, reduce costs, improve product quality and ensure safety. Technologies such as programming and testing of programmable logic controllers, production and logistics planning using industrial modeling, the use of modeling to analyze and optimize production processes, virtual methods of control and diagnostics to ensure product quality, training and ensuring the safety of industrial personnel were also considered.

Keywords: production automation, production efficiency, industry, innovative technologies, 3D modeling, simulation, digital twin.

Гончаров Андрей Витальевич

Кандидат технических наук, доцент, Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского
a.goncharov@mgutm.ru

Аннотация. В условиях глобализации и ускоренного прогресса, внедрение автоматизированных систем становится неотъемлемой частью стратегии выживания и роста для большинства промышленных предприятий. Это обусловлено множеством факторов, включая необходимость повышения производительности, улучшения качества продукции, снижения издержек и минимизации человеческого фактора в производственных процессах. Автоматизация в промышленности значительно выигрывает от использования виртуального проектирования и моделирования. Эти технологии позволяют улучшить процесс разработки, снизить затраты и повысить качество конечного продукта. В статье рассмотрены характеристики и преимущества применения различных технологий виртуального проектирования и моделирования в деятельности промышленного предприятия. Акцент сделан на таких технологиях, как цифровые двойники, а также 3D-моделирование и симуляция. В последние годы они становятся важным инструментом для современных промышленных предприятий, помогая им повышать эффективность, снижать затраты, улучшать качество продукции и обеспечивать безопасность. Также были рассмотрены такие технологии, как программирование и тестирование программируемых логических контроллеров, планирование производства и логистики с помощью моделирования в промышленности, использование моделирования для анализа и оптимизации производственных процессов, виртуальные методы контроля и диагностики для обеспечения качества продукции, обучение и обеспечение безопасности персонала промышленного предприятия.

Ключевые слова: автоматизация производства, эффективность производства, промышленность, инновационные технологии, 3D-моделирование, симуляция, цифровой двойник.

Роль автоматизации в промышленности обусловлена несколькими факторами. Прежде всего, она дает повышение производительности. Автоматизированные системы могут работать быстрее и точнее, чем люди, что увеличивает объем производства и снижает количество ошибок. Роботы и автоматизированные машины могут работать 24/7 без перерывов, что значительно повышает общую производительность. Кроме того, автоматизация в промышленности позволяет улучшать качество продукции. Автоматические системы обеспечивают высокую степень повторяемости операций, что улучшает качество продукции и уменьшает количество дефектов. Также автоматизация позволяет внедрять системы контроля качества в реальном времени, что помогает быстро выявлять и устранять дефекты. Автоматизация позволяет снизить количество ручного труда, что приводит к сокращению расходов на заработную плату

и сопутствующие издержки. Автоматизированные системы могут более эффективно использовать сырье и энергию, что также снижает затраты. Вместе с тем, автоматизация дает относительную гарантию безопасности. Машины и роботы могут выполнять опасные или тяжелые работы, снижая риск травм для работников. Автоматизация позволяет более эффективно контролировать производственные процессы и оперативно реагировать на аварийные ситуации [2, 6, 7].

Это далеко не все аспекты, определяющие роль автоматизации в промышленности, так как каждая технология дает свои преимущества и выгоды. В рамках данного исследования рассмотрим основные направления применения таких современных технологий, как виртуальное проектирование и моделирование в промышленной автоматизации.

Наиболее распространенным направлением применения виртуального проектирования являются так называемые цифровые двойники. Цифровые двойники — это виртуальные копии физических объектов или систем, которые позволяют моделировать их поведение в реальном времени. Они используются для мониторинга, анализа и оптимизации работы оборудования, прогнозирования отказов и планирования технического обслуживания [9].

Все современные предприятия, развивающиеся на мировом рынке и идущие в ногу с инновационными технологиями, имеют цифрового двойника в интернете. Цифровой двойник промышленного предприятия — это виртуальная модель реального производственного процесса, оборудования или целого предприятия, которая используется для анализа, мониторинга и оптимизации его работы. Цифровые двойники интегрируют данные от сенсоров, IoT-устройств и других источников, позволяя создавать точные и динамичные реплики физических объектов и процессов [3].

Рассмотрим преимущества использования цифровых двойников в промышленности (табл.).

Таблица 1.
Основные преимущества применения цифровых двойников на промышленных предприятиях

Наименование	Характеристика
Повышение эффективности и производительности	Оптимизация процессов: Анализ и оптимизация производственных процессов для повышения производительности и снижения затрат. Снижение простоев: Предиктивное обслуживание позволяет предотвратить непредвиденные отказы и минимизировать простои оборудования.
Улучшение качества продукции	Контроль качества: Мониторинг и анализ параметров процесса в реальном времени позволяет оперативно реагировать на отклонения и поддерживать высокое качество продукции. Анализ дефектов: Использование данных для анализа причин возникновения дефектов и их устранения.
Снижение затрат	Оптимизация использования ресурсов: Эффективное управление ресурсами, такими как материалы, энергия и рабочая сила. Снижение затрат на обслуживание: Предиктивное обслуживание и оптимизация процессов обслуживания позволяют снизить затраты на ремонт и техническое обслуживание.
Повышение безопасности	Мониторинг безопасности: Обеспечение безопасности работников и оборудования посредством мониторинга и анализа данных в реальном времени. Анализ рисков: Возможность моделирования различных сценариев для оценки и минимизации рисков.

Наименование	Характеристика
Инновации и ускорение разработки	Быстрая итерация: Возможность быстро тестировать и внедрять новые идеи и технологии. Сокращение времени вывода на рынок: Ускорение процесса разработки и вывода новых продуктов на рынок за счет более эффективного тестирования и оптимизации.
Поддержка принятия решений	Данные в режиме реального времени: Обеспечение доступа к актуальным данным для принятия обоснованных решений. Моделирование последствий: Возможность моделировать последствия различных решений и выбирать оптимальные стратегии

Источник: составлено автором по данным [3, 9]

Примеры применения цифровых двойников [3, 9]:

1. Производственные линии. Оптимизация работы производственных линий, контроль качества продукции, снижение простоев.
2. Энергетические системы. Мониторинг и оптимизация работы энергетических систем, прогнозирование отказов и планирование обслуживания.
3. Логистика и складирование. Оптимизация логистических процессов, управление запасами и складскими операциями.
4. Строительство и инфраструктура. Мониторинг состояния зданий и инфраструктурных объектов, планирование ремонта и обслуживания.

Цифровые двойники становятся важным инструментом для современных промышленных предприятий, помогая им повышать эффективность, снижать затраты, улучшать качество продукции и обеспечивать безопасность. Виртуальная копия соответствует физическому объекту или процессу с высокой степенью точности. Возможно использование данных от сенсоров, IoT-устройств, SCADA-систем и других источников для создания и обновления модели в реальном времени. Возможно проведение мониторинга производственных процессов и оборудования в реальном времени, а также использование аналитических методов и машинного обучения для анализа данных и выявления закономерностей и аномалий. Также появляется возможность симулировать различные сценарии и оценивать их влияние на производственные процессы, прогнозирование отказов оборудования и планировать профилактическое обслуживание для минимизации простоев [3].

Другая технология — 3D-моделирование и симуляция — создание трехмерных моделей компонентов, машин и заводов, а также моделирование их работы. 3D-моделирование помогает инженерам визуализировать конечный продукт и процесс его производства, проводить виртуальные испытания и выявлять потенциальные проблемы до начала физического производства.

3D-моделирование и симуляция играют ключевую роль в современном промышленном производстве. Они предлагают множество преимуществ, которые способствуют повышению эффективности, снижению затрат и улучшению качества продукции. Перечислим основные из них [1, 8, 10]:

1. Ускорение процесса разработки продукта. 3D-моделирование позволяет быстро создавать и изменять модели, что ускоряет процесс разработки и тестирования новых продуктов. Возможность визуализировать и анализировать модели на ранних стадиях помогает выявлять и устранять ошибки до стадии производства.
2. Снижение затрат. 3D-модели и симуляции позволяют сократить потребность в дорогостоящих физических прототипах. Симуляции позволяют оптимизировать использование материалов, что снижает затраты на сырье и уменьшает отходы.
3. Улучшение качества продукции. 3D-моделирование и симуляция позволяют точно проверить параметры и характеристики продукции, что улучшает ее качество. Возможность провести множество виртуальных тестов позволяет оптимизировать дизайн для достижения лучших эксплуатационных характеристик.
4. Повышение безопасности. Симуляции могут предсказать, как продукт будет вести себя в различных условиях эксплуатации, что позволяет повысить его безопасность. Возможность проводить испытания в виртуальной среде снижает риск для персонала и оборудования.
5. Повышение эффективности производства. Симуляции позволяют моделировать производственные процессы и оптимизировать их для повышения эффективности и снижения времени цикла. 3D-моделирование позволяет лучше управлять производственными ресурсами, такими как оборудование и рабочая сила.
6. Поддержка принятия решений. 3D-модели и симуляции предоставляют наглядные данные, которые помогают в принятии обоснованных решений на различных этапах разработки и производства. Возможность проводить анализ различных сценариев позволяет оценить последствия различных решений и выбрать оптимальные варианты.
7. Инновации и конкурентоспособность. 3D-моделирование и симуляция способствуют разработке уникальных и инновационных продуктов, что помогает компаниям оставаться конкурентоспособными. Современные методы моделирования и симуляции позволяют значительно сократить время от концепции до готового продукта, что важно в условиях быстро меняющегося рынка [1, 10].

Следовательно, 3D-моделирование и симуляция становятся неотъемлемой частью современной промыш-

ленности, предоставляя компаниям инструменты для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции.

Кроме цифровых двойников и 3D-моделирования в промышленности могут применяться также программирование и тестирование ПЛК (программируемых логических контроллеров). Этот процесс представляет собой использование симуляторов для разработки и тестирования программного обеспечения ПЛК до его внедрения на реальном оборудовании. Это позволяет сократить время на отладку и снизить риск ошибок, которые могут привести к простоям оборудования [8].

Также следует отметить такое направление использования моделирования в промышленности, как планирование производства и логистики. С помощью инновационных технологий возможно моделирование производственных процессов и цепочек поставок для оптимизации планирования и управления ресурсами. В этом случае компании могут более эффективно планировать производственные графики, улучшать использование ресурсов и минимизировать затраты [7].

Использование моделирования для анализа и оптимизации производственных процессов, включая потоки материалов и энергопотребление позволяет повысить производительность, снизить затраты на энергию и уменьшить количество отходов.

Виртуальные методы контроля и диагностики для обеспечения качества продукции на всех этапах производства включают в себя использование машинного обучения и анализа данных для прогнозирования и предотвращения дефектов [2, 4].

Следует также сказать о таком направлении применения технологий моделирования, как обучение и обеспечение безопасности персонала промышленного предприятия. Так, на заводах все чаще используются виртуальные тренажеры и симуляторы для обучения операторов и технического персонала. Они позволяют персоналу безопасно обучаться работе с оборудованием и отрабатывать действия в аварийных ситуациях, что снижает риск ошибок и повышает общую безопасность на производстве [5].

Таким образом, исследование показало, что виртуальное проектирование и моделирование предоставляют мощные инструменты, которые поддерживают инновации и эффективность в промышленной автоматизации, делая производственные процессы более гибкими, надежными и экономически эффективными. Кроме того, они позволяют обеспечить безопасность персонала, повысить эффективность обучения и стимулировать рост производительности труда работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3D-моделирование: виды, принципы, инструменты // GB. — URL: <https://gb.ru/blog/3d-modelirovanie/?ysclid=lwbmb5fw3i535409481> (дата обращения: 15.05.2024).
2. AR и VR в промышленности. Как иммерсивные технологии помогают заводам // Techinsider. — URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/746603-ar-and-vr-v-promyshlennosti-kak-immersivnye-tehnologii-pomogayut-zavodam/?ysclid=lwbm1266p728084452> (дата обращения: 15.05.2024).
3. Жуковская, И.В. Технология формирования цифрового двойника как драйвер развития цифровой экономики / И.В. Жуковская, М.С. Кузьмин // Микроэкономика. — 2023. — № 6. — С. 71–75. — DOI 10.33917/mic-6.113.2023.71-75.
4. Как системы компьютерного зрения помогают контролировать качество продукции // Tadviser. — URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/%?ysclid=lwbp42p1k6150277474> (дата обращения: 15.05.2024).
5. Комаров, Н.М. Применение технологий искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий / Н.М. Комаров, Д.С. Пашенко // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/101ECVN623.pdf> (date of application: 15.05.2024).
6. Комаров, Н.М., Пашенко Д.С. Повышение скорости внедрения инноваций в промышленности в условиях цифровизации // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 2. — URL: <https://esj.today/PDF/68ECVN223.pdf>. (дата обращения: 15.05.2024).
7. Круглов, И.А., Рябчиков П.В. Элементы цифровизации производства для обеспечения контроля качества с применением фото— и видеофиксации // НПО Техномаш. — URL: <https://tmpro.ru/node/633> (дата обращения: 15.05.2024).
8. Плеханова, Е.А. 3D-моделирование в горнодобывающей промышленности // Постулат. — 2022. — № 9(83). — С. 56–59.
9. Сахапова, Т.С. Цифровой двойник производства как этап новой цифровой бизнес-модели промышленного предприятия / Т.С. Сахапова, Т. Ш. Исмагилов, В.А. Тихонов // Горная промышленность. — 2023. — № 2. — С. 62–68. — DOI 10.30686/1609-9192-2023-2-62-68.
10. Шрайбман, М. 3D-моделирование в производстве: как современные технологии меняют облик промышленных компаний // Cmsmagazine. — URL: <https://cmsmagazine.ru/journal/items-3d-modelirovanie-v-proizvodstve-kak-sovremennye/?ysclid=lwbm3tf2cb350501124> (дата обращения: 15.05.2024).

© Гончаров Андрей Витальевич (a.goncharov@mgutm.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»