

УДК 338.364

Романова Елизавета Евгеньевна,

студент,
кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях
Институт экономики и управления,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Гатауллина Екатерина Вадимовна,

студент,
кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях
Институт экономики и управления,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Пельмская Ирина Сергеевна,

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях,
Институт экономики и управления,
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н.Ельцина»
г. Екатеринбург, Российская Федерация

ОЦЕНКА ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС*Аннотация:*

В статье раскрыто понятие «цифровой двойник». На примерах рассмотрено как внедрение цифрового двойника влияет на производственный процесс и производственные показатели.

Ключевые слова:

Цифровой двойник, виртуальное пространство, цифровые технологии.

В последние десятилетия переход к высокотехнологичному и эффективному производству стал актуальным в связи с глобальной конкуренцией. Информационные технологии позволили собирать, хранить, передавать и анализировать большие объемы данных, что привело к изменениям в управлении производственными процессами. Многие страны приняли программы повышения производительности и внедрения современных технологий для более эффективного производства.

Эти программы реализуются за счет расширения использования автоматизированных процессов и цифровизации производственных процессов. Подход, который включает в себя объединение различных технологий автоматизации для создания взаимодействия виртуального и физического мира, называется «Цифровой двойник».

Понятие и типы цифрового двойника

Создание цифровых двойников является следствием развития цифрового производства, новой промышленной революции и Интернета вещей. Появление интернета вещей сделало внедрение технологии цифровых двойников экономически выгодным, и в настоящее время оно получает более широкое признание в обществе.

Новая технология моделирования дает возможность предприятиям использовать цифрового двойника в производстве: исследовать и изучать новые проекты в виртуальном мире, экономя время, деньги и прочие ресурсы.

По словам Блинова В. Л. в самом общем понимании цифровой двойник — это виртуальная копия (модель) изделия или процесса, нацеленная на снижение временных и денежных затрат на различных этапах жизненного цикла [1]. Цель достигается в основном за счет высокоточного компьютерного моделирования и применения современных цифровых технологий. Базовую концепцию цифрового двойника представим на рисунке 1.

Цифровой двойник нужен, чтобы смоделировать, что будет происходить с оригиналом в тех или иных условиях. По прогнозу аналитического агентства среднегодовые темпы роста мирового рынка цифровых двойников достигнут рекордной величины. По оценке агентства, на конец 2019 года глобальный рынок цифровых двойников достиг \$2,66 млрд. При темпах роста 62% в течение 2020–2025 годов рынок достигнет объема в \$ 29,57 млрд к началу 2026 года [2].



Рисунок 1 – Базовая концепция "Цифровой двойник"

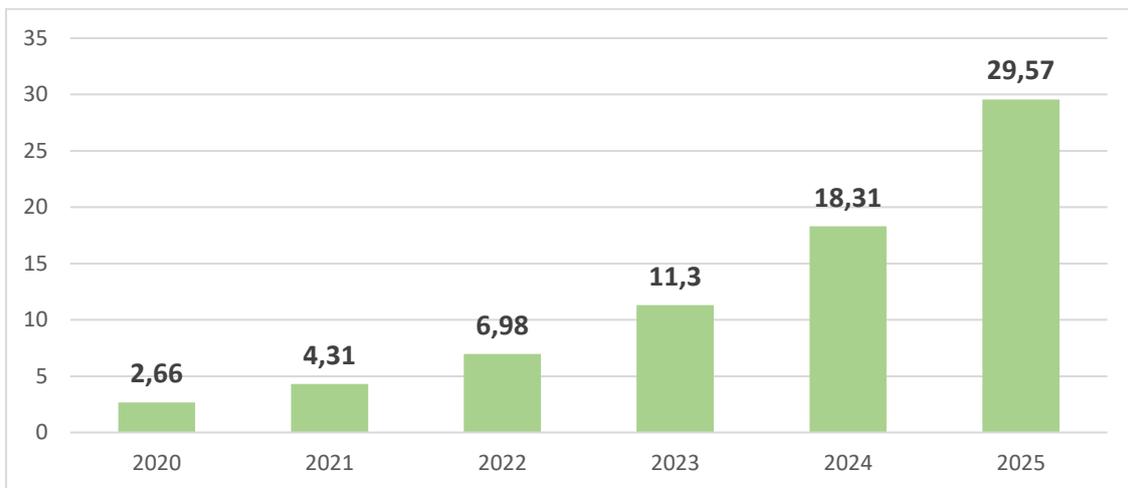


Рисунок 2 – Темпы развития рынка цифровых двойников (2020–2025 гг.), %

В 2005 году М. Гривс выдвинул идею о том, что цифрового двойника можно разделить на три подтипа: двойник (Digital Twin Prototype), экземпляр цифрового двойника (Digital Twin Instance) и совокупность цифровых двойников (Digital Twin Aggregate) [5]:

- Digital Twin Prototype (прототип) – это такой тип цифрового двойника, который описывает только прототип физического изделия, а не само изделие. Он содержит данные, необходимые для описания и создания изделия. Прототипы, в зависимости от ситуации, могут содержать информацию, касающуюся физических свойств, рабочих параметров, ведомости материалов, номеров деталей, а также многого другого;
- Digital Twin Instance (экземпляр) – тип цифрового двойника, описывающий конкретный существующий физический объект, с которым отдельный цифровой двойник остается связанным на протяжении всего жизненного цикла этого физического изделия. Описывает геометрию физического экземпляра и его компонентов; спецификацию материалов (текущие компоненты и которые использовались в прошлом); спецификацию процессов, (операции, проведенные при создании данного физического экземпляра, а также результаты всех измерений и тестов); записи обслуживания, (проведенные обслуживания, замена компонентов и рабочее состояние, полученное по фактическим показаниям датчиков прошлых периодов и прогнозируемых в будущем);
- Digital Twin Aggregate (агрегированный двойник) тип цифрового двойника, который содержит в себе все экземпляры цифровых двойников.

Технология цифровых двойников широко используется в различных отраслях, таких как машиностроение, автомобилестроение, нефтегазовая промышленность, судостроение и аэрокосмическая промышленность. Ключевые позиции на рынке занимают ведущие компании в области разработки решения цифрового моделирования и проектирования. Эти компании в основном расположены в США (General Electric, Oracle, IBM, Microsoft) и Германии (Siemens, SAP, Software AG, Robert Bosch и др.), во Франции находится компания Dassault Systèmes, в Японии – компания Hitachi.

В настоящее время самая большая цифровая копия представляет собой виртуальную версию города. В Сингапуре есть 3D-модель города с подробной информацией о зданиях, мостах, бордюрах и деревьях. Виртуальный Сингапур собирает данные с датчиков, установленных в городе, и информацию от государственных органов. Эта информация позволяет правительству прогнозировать чрезвычайные меры, а архитекторам планировать новые инфраструктурные проекты.

Анализ внедрения цифрового двойника в производственный процесс

Рассмотрим примеры внедрения цифровых двойников в различных отраслях и их влияние.

В 2019 году «Роснефть» сообщила о запуске информационной системы «Цифровое месторождение». Она была реализована на базе Илишевского месторождения. Основными компонентами цифровой модели месторождения являются цифровые копии, которые имитируют внутренние процессы, технические характеристики и работу оборудования на месторождении.

На Илишевском месторождении разрабатывается система прогнозирования осложнений и неисправностей глубинно-насосного оборудования, а также технология принятия решений процесса механизированной добычи. Благодаря этому инженер-технолог будет заранее знать о любом аварийном отказе оборудования. Результатом внедрения цифровых технологий на Илишевское месторождение ожидалось существенное повышение производственных показателей [6]:

- увеличение количества дистанционно управляемых объектов почти на 60%,
- увеличение энергоэффективности процессов добычи на 5%,
- снижение логистических издержек на 5%.

Кроме того, компания рассчитывает получить около 1 млн тонн нефти за счет оптимизации производства и экономический эффект в пределах 1 млрд рублей в год [6].

Несмотря на падение цен на нефть и ограничения по добыче, компания достигла положительного финансового результата в 2020 г благодаря повышению производительности добычи за счет внедрения цифрового двойника. Компания заняла глобальное лидерство по эффективности добычи – удельные расходы на добычу снизились до 2,6 долл./барр. в 4 кв. 2020 г. [3] Еще одним примером успешного внедрения цифрового двойника в производственный процесс является завод Черкизово в Кашире. Это роботизированный завод по производству колбас, запущенный в 2018 году. Каждый процесс автоматизирован и соответствует стандарту. Все оборудование имеет цифрового двойника, что позволяет роботам обмениваться информацией и обеспечивает слаженность всей системы в целом. Одной из главных целей проекта было минимизировать контакт людей с продукцией, что обеспечит высокое качество, безопасность и полностью исключит брак.

Интегрированная технологическая цепочка позволила быстро получать объективную информацию со всех этапов производства. Роботы передают данные производственному программному обеспечению, которое принимает решение о готовности колбасы. Компании доступен мониторинг работы завода в режиме реального времени, от станков до макроуровня. В автоматизированном режиме выполняется заказ на готовую продукцию, анализируются складские остатки, отсутствует риск невыполнения поставок или перепроизводства.

Использование искусственного интеллекта позволяет в десятки раз увеличивать мощность завода, сократить численность сотрудников до 150 человек вместо 700 для обычного предприятия такого масштаба [4]. Завод рассчитан на выпуск до 100 т продукции в сутки. В середине 2021 года генеральный директор завода двигателей «КАМАЗ» поставил задачу по увеличению загрузки оборудования, решение было предложено – внедрение цифрового двойника в узкое место – фрезерную обработку кулака поворотного. Был разработан полный цифровой двойник техпроцесса и управляющая программа для обработки на станке с числовым программным управлением.

Цифровые версии заготовки, оснастки, инструмента и станка были выполнены в виде 3D-моделей. Были выбраны нужные режимы обработки, а также прогрессивный режущий инструмент. Режимы были скорректированы с учетом уникальных особенностей станка.

Выполнение всех этапов обработки детали происходит сначала на цифровом двойнике в режиме симуляции: подбор режущего инструмента, просмотр циклов обработки, выбор скорости работы станка. Это позволяет довести мощности оборудования до более высоких показателей. За счёт проведённой оптимизации удалось сократить время изготовления детали практически в три раза (рисунок 4).

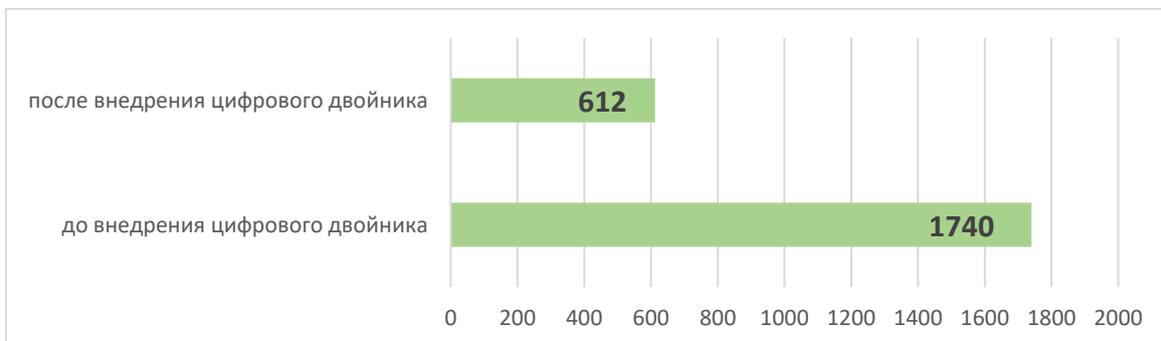


Рисунок 3 – Время изготовления детали до и после внедрения цифрового двойника, секунд

Кроме того, были определены перспективные технические решения и резервы, которые позволят ещё больше поднять производительность. Время, высвобожденное на изготовление детали, может быть потрачено на производство и обработку других деталей, что в свою очередь сократит затраты по предварительным расчетам на 18 млн. руб.

Это позволит получить прямой экономический эффект около 40 млн рублей, косвенный, если выйти на рынок технически сложных запчастей – до 1 млрд рублей с одного станка [4].

Подводя итог, можно заметить, что преимущества внедрения цифровых двойников в производство можно выявить в разных отраслях, несмотря на различия в сферах их деятельности:

- профилактическое обслуживание и сокращение времени простоя;
- управление рисками;
- улучшенный контроль качества и снижение количества ошибок;
- сокращение затрат времени на производственный процесс;
- повышение эффективности деятельности и производительности;
- экономия средств за счет моделирования и оптимизации;
- более эффективное принятие решений благодаря анализу и визуализации данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровые двойники турбомашин: учебное пособие / В. Л. Блинов, С. В. Богданец; М-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022.— 162 с;
2. Global Digital Twin Market to Grow at a CAGR of 61.94% from 2020-2025, Reaching \$29.57 Billion by 2025 // CISION URL: <https://clk.ru/348bFU> (дата обращения: 12.04.2023).
3. Финансовая (бухгалтерская) отчетность // Роснефть URL: https://www.rosneft.ru/Investors/statements_and_presentations/Statements/ (дата обращения: 03.04.2023).
4. Годовой отчет // KAMAZ URL: <https://kamaz.ru/investors-and-shareholders/information-disclosure/annual-report/> (дата обращения: 05.04.2023).
5. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 стр.
6. «Роснефть» запустила проект «Цифровое месторождение» // Роснефть URL: <https://www.rosneft.ru/press/today/item/195259/> (дата обращения: 05.04.2023).

Romanova Elizaveta E.,

Student,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,
Graduate School of Economics and Management,
Ural Federal University named after the First President of Russia B.N.Yeltsin
Yekaterinburg, Russian Federation

Gataullina Ekaterina V.,

Student,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,
Graduate School of Economics and Management,
Ural Federal University named after the First President of Russia B.N.Yeltsin
Yekaterinburg, Russian Federation

Pelymskaya Irina S.,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,

Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises,
Graduate School of Economics and Management,
Ural Federal University named after the First President of Russia B.N.Yeltsin
Yekaterinburg, Russian Federation

EVALUATION OF THE INTRODUCTION OF A DIGITAL DOUBLE INTO THE PRODUCTION PROCESS

Abstract:

The article reveals the concept of a "digital double". The examples show how the introduction of a digital double affects the production process and production indicators.

Keywords:

Digital double, virtual space, digital technologies.