



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.94

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ 3D СИМУЛЯЦИИ СБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА ДЕТАЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА

**Макарова Т.В.**

ФГБОУ ВО "КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" (НИЖНЕКАМСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ - ФИЛИАЛ), Нижнекамск, Россия (423578, Республика Татарстан, Нижнекамский район, город Нижнекамск, пр-кт Строителей, д. 47), e-mail: [tatyan19977@gmail.com](mailto:tatyan19977@gmail.com)

В данной статье рассматривается концепция цифрового двойника производства (Digital Twin), который представляет собой детальную модель физических объектов и процессов производства. Цифровой двойник строится на основе постоянно обновляемой цифровой модели, которая отражает изменения и состояние реального объекта или процесса.

Автор подчеркивает важность использования цифрового двойника производства для обнаружения аномалий в процессах и операциях. Благодаря синхронному представлению состояния, конфигурации и рабочих условий продукта и ресурсов в реальном времени, цифровой двойник позволяет оперативно выявлять отклонения и аномалии, что позволяет более эффективно управлять процессами и повышать качество продукции.

Автор также отмечает, что цифровой двойник производства может быть использован в различных областях промышленности, включая производство энергетического оборудования, автомобилей, медицинского оборудования и др. Он предлагает использовать цифровой двойник в качестве инструмента для оптимизации производственных процессов, уменьшения времени простоя, улучшения предсказательности и увеличения эффективности работы.

Таким образом, главная идея статьи заключается в представлении и анализе концепции цифрового двойника производства. Автор обсуждает его возможности в обнаружении аномалий в производственных процессах и выдвигает предложения по его использованию в промышленности для повышения эффективности работы и улучшения качества продукции.

Ключевые слова: цифровой двойник, 3D- моделирование, производство.

## MODELING AN INTERACTIVE 3D SIMULATION OF THE ASSEMBLY PROCESS OF PRODUCTION PARTS

**Makarova T.V.**

KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY (NIZHNEKAMSK INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY - BRANCH), Nizhnekamsk, Russia (423578, Republic of Tatarstan, Nizhnekamsk District, Nizhnekamsk, Stroiteley Ave., 47), e-mail: [tatyan19977@gmail.com](mailto:tatyan19977@gmail.com)

This article discusses the concept of a digital production twin, which is a detailed model of physical objects and production processes. A digital twin is built on the basis of a constantly updated digital model that reflects the changes and state of a real object or process.

The author emphasizes the importance of using a manufacturing digital twin to detect anomalies in processes and operations. By providing a synchronized, real-time view of the status, configuration, and operating conditions of

---

a product and resources, the digital twin can quickly identify deviations and anomalies, allowing you to more effectively manage processes and improve product quality.

The author also notes that the digital twin of production can be used in various industries, including the production of energy equipment, automobiles, medical equipment, etc. He proposes the use of the digital twin as a tool for optimizing production processes, reducing downtime, improving predictability and increasing efficiency work.

Thus, the main idea of the article is to present and analyze the concept of the digital twin of production. The author discusses its capabilities in detecting anomalies in manufacturing processes and makes suggestions for its use in industry to improve operational efficiency and improve product quality.

---

Keywords: Digital double, 3D modeling, production.

Актуальность: концепция "цифрового двойника" (ЦД) представляет собой весь комплекс информации и данных о сложных технических объектах в рамках развивающейся концепции "Индустрия 4.0", позволяя планировать, моделировать и прогнозировать их поведение на основе данных об их состоянии в режиме реального времени. Она стала одним из ключевых факторов.

Современные тенденции в развитии производства обусловлены значительными изменениями в факторах организационного функционирования.

Цифровой двойник производства может находиться в постоянном взаимодействии с визуальными факторами производства, обмениваясь оперативными данными и данными об условиях труда.

Интерактивное 3D-моделирование и симуляция могут применяться в различных областях, таких как образование, наука и техника.

3D-моделирование позволяет создавать более точные и детальные модели и помогает в проектировании сложных продуктов и систем. 3D-модели также могут использоваться для визуализации продуктов.

В целом, интерактивное 3D моделирование является важным инструментом, который позволяет компаниям улучшать свои продукты, процессы и коммуникации с клиентами.

Объект исследования. Процессы цифровизации промышленного предприятия.

Предметом исследования выступают производственно-экономические отношения, возникающие при внедрении цифрового двойника на промышленном предприятии.

Цель исследования: смоделировать интерактивную 3d симуляцию сборочного процесса деталей производства.

Цифровой двойник в производстве— это детальное моделирование конфигурации физических активов и динамическое моделирование изменений продукта, процесса и ресурсов в производственном процессе. Состояние основано на цифровой модели, которая постоянно обновляется и модифицируется в соответствии с изменениями в ее физическом аналоге, чтобы обеспечить одновременное представление условий эксплуатации, конфигурации продукта и состояния ресурсов.

Цифровое двойное представление производства может использоваться для обнаружения аномалий в производственном процессе и достижения различных функциональных целей, таких как управление в реальном времени, автономный анализ, проверка состояния, предиктивное обслуживание, синхронный мониторинг, оповещение, оптимизация управления производственным процессом (МРО), адаптация процесса, анализ больших данных и машинное обучение. Видимость и реализация процессов, обеспечиваемая цифровым двойником в производстве, улучшает бизнес-взаимодействие и многие другие показатели эффективности.

Хорошо известно, что цифровые двойники могут сэкономить время и деньги инженеров при создании технических систем. Примером может служить проектирование организации (например, завода, фабрики, финансовой компании, банка, розничной сети ит. д.) Цифровой двойник организации необходим для получения полной информации о деятельности организации, анализа влияния различных внешних и внутренних факторов, внедрения изменений, выбора оптимальной стратегии, проведения организационного развития, оптимизации бизнес-архитектуры, проектов автоматизации и роботизации.

В российском стандарте даны следующие два термина и определения:

Цифровая модель изделия - система математических и компьютерных моделей изделия и электронной документации, описывающих структуру, функции и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных этапах его жизненного цикла. Цифровой двойник изделия - система, состоящая из цифровой модели изделия и двунаправленных информационных связей с изделием и (или) его компонентами (при наличии).

Таким образом, первое понятие является статичным, а второе -динамичным. То есть содержит реальную и постоянно меняющуюся информацию о состоянии физических объектов (индикаторов).

Применительно к организациям эти понятия выглядят следующим образом. Цифровая модель предприятия-система математических, компьютерных моделей и электронных документов, описывающих деятельность организации, включая ее бизнес-и ИТ-архитектуру.

Цифровой двойник предприятия- система, состоящая из цифровой модели предприятия и функциональных частей, позволяющих анализировать, управлять и прогнозировать (в любой момент времени) деятельность предприятия.

Перспективным направлением в области применения информационных технологий является использование трехмерных интерактивных виртуальных сред для создания тренажеров и обучающих программ. Для решения этой задачи не обходимы эффективные технологии, обеспечивающие пригодность виртуальной среды и достаточную скорость вычислительной обработки для создания качественных изображений высокого разрешения в режиме реального времени.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 57700.37 — 2021 Компьютерные модели и моделирование цифровые двойники изделий
2. ГОСТ ISO 9000-2015. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь / Справочно-правовая система «Консультант-Плюс»: [сайт]. – URL:www.consultant.ru/
3. Прохоров А., Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. / А. Прохоров, М. Лысачев; науч. ред. Боровков А. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 стр.,ил.
4. Васильев А.Н., Методы создания цифровых двойников на основе нейросетевого моделирования / А.Н. Васильев, Д.А. Тархов, Г.Ф. Малыгина // Современные информационные технологии и ИТ образование. – 2018. – Т. 14, № 3. – С. 521-532.
5. Гаврилова Т.А., Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник / Т.А. Гаврилова, Д.В. Кудрявцев, Д.И. Муромцев. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 324.

6. Кокорев Д.С., Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса /Д.С. Кокорев, А.А. Юрин// «Colloquium-journal» №10(34), 2019 /TECHNICAL SCIENCE. С. 31-35.

## References

1. GOST R 57700.37 — 2021 Computer models and modeling of digital twins of products
2. GOST ISO 9000-2015. The interstate standard. Quality management systems. Basic provisions and dictionary / Legal reference system "Consultant-Plus": [website]. – URL:www.consultant.ru/
3. Prokhorov A., Digital double. Analysis, trends, world experience / A. Prokhorov, M. Lysachev; scientific ed. Borovkov A. – M.: Alliansprint LLC, 2020. – 401 pages,ill.
4. Vasiliev A.N., Methods of creating digital twins based on neural network modeling / A.N. Vasiliev, D.A. Tarkhov, G.F. Malykhina // Modern information technologies and IT education. - 2018. – Vol. 14, No. 3. – pp. 521-532.
5. Gavrilova T.A., Knowledge Engineering. Models and methods: Textbook / T.A. Gavrilova, D.V. Kudryavtsev, D.I. Muromtsev. – St. Petersburg: Lan Publishing House, 2016. – 324.
6. Kokorev D.S., Digital twins: the concept, types and advantages for business /D.S. Kokorev, A.A. Yurin// "Colloquium-journal" No.10(34), 2019 /TECHNICAL SCIENCE. pp. 31-35.