

Секция «Искусственный интеллект в контрольно-надзорной деятельности»

## Исследование опыта применения «цифровых двойников» в производственных процессах

Научный руководитель – Кустикова Марина Александровна

*Фахртдинова Сабина Захидовна*

*Аспирант*

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Russia

*E-mail: sfaxry@yandex.ru*

Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) и ее технологии - интернет вещей (IoT), большие данные и искусственный интеллект - открыли новые возможности для многих отраслей промышленности. В частности, драйвером развития стали «цифровые двойники». «Цифровой двойник» — это виртуальная копия процесса, системы или физического объекта, которая предназначена для моделирования поведения объекта или процесса. Эта копия способна определять состояние физических объектов, прогнозировать и оценивать изменения в нем. Использование «цифровых двойников» позволяет объединить физический и цифровой миры. Они используются для моделирования и операционных этапов жизненного цикла продукта или процесса.

В производственных операциях «цифровой двойник» представляет собой образ (цифровую модель), который предназначен для сбора, отображения и структурирования переменных процесса в постоянно обновляемой базе данных. С помощью «цифрового двойника» можно обеспечить в режиме реального времени полную связь между физическим и цифровым мирами. «Цифровой двойник» - это виртуальный прототип физического объекта или группы объектов, который предназначен для моделирования их поведения. Виртуальные модели могут определять состояние физических объектов, а также прогнозировать, оценивать и анализировать изменения. Благодаря киберфизическому замкнутому контуру, цифровой двойник может достичь оптимизации всего производственного процесса. В настоящее время цифровые технологии играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности экономики и в стимулировании экономического роста многих стран. Внедрение новых цифровых технологий повышает производительность труда, уменьшает издержки бизнеса, повышает доступность информации и снижает барьеры входа на новые рынки - и оказывает мультипликативный эффект на развитие экономики в целом.

Четвертая промышленная революция (Industry 4.0) - переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени и в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия.

Впервые этот термин был представлен в Германии в 2011 году. Основная идея заключается в использовании потенциала новых технологий и концепций, таких как:

- доступность и использование Интернета вещей;
- интеграция технических процессов и бизнес-процессов в компании;
- виртуализация реального мира;
- «умная» фабрика, включающая «умные» средства промышленного производства и «умные» продукты.

Помимо того, что Четвёртая промышленная революция является естественным следствием цифровизации, её внедрение также связано с тем фактом, что многие возможности

для увеличения прибыли в промышленном производстве практически исчерпаны, и необходимо искать новые возможности. Применение технологий Industry 4.0 может привести к снижению:

- себестоимость продукции на 10-30%;
- логистические расходы на 10-30%;
- затраты на управление качеством на 10-20%.

Существует также ряд других преимуществ и причин для принятия этой концепции, в том числе:

- более короткое время выхода на рынок новых продуктов;
- улучшенная отзывчивость клиентов;
- обеспечение возможности массового производства без значительного увеличения производственных затрат;
- более гибкую и дружелюбную рабочую
- среду;
- более эффективное использование природных ресурсов и энергии.

Передовые цифровые технологии уже используются в производстве, но с Industry 4.0 это в корне преобразит производство. Это приведёт к повышению эффективности и изменению традиционных производственных отношений между поставщиками, производителями и потребителями, а также между людьми и машинами.

Основываясь на отчете Oracle, определены следующие восемь преимуществ «цифрового двойника»:

1) Удаленный мониторинг и управление в режиме реального времени. Как правило, практически невозможно получить детальное представление об очень большой системе физически в режиме реального времени. «Цифровой двойник» может быть доступен, где угодно. Производительность системы можно не только контролировать, но и дистанционно контролировать с помощью механизмов обратной связи.

2) Большая эффективность и безопасность. Предполагается, что цифровое дублирование обеспечит большую автономию. Это обеспечит распределение определённых заданий для роботов, а люди будут управлять ими дистанционно. Таким образом, люди смогут сосредоточиться на более творческих и инновационных работах.

3) Прогнозирующее обслуживание. Цифровое представление обеспечит то, что многочисленные датчики будут генерировать большие данные в режиме реального времени. Благодаря интеллектуальному анализу данных неисправности в системе могут быть обнаружены значительно заблаговременно. Лучшее понимание позволит лучше составить график технического обслуживания.

4) Оценка риска. «Цифровой двойник» позволит провести анализ «что, если», что приведет к лучшей оценке риска. Будет возможно обрабатывать непредвиденные сценарии и изучить реакцию системы, а также соответствующие стратегии смягчения. Этот вид анализа без ущерба для реального актива возможен только с помощью «цифрового двойника».

5) Лучшее взаимодействие внутри команды и между командами. Благодаря большей автономии и всей информации, имеющейся под рукой, команды могут лучше использовать свое время для улучшения взаимодействия и совместной работы, что ведет к повышению производительности.

6) Более эффективная и информированная система поддержки принятия решений. Наличие количественных данных и расширенной аналитики в режиме реального времени поможет в принятии более обоснованных и быстрых решений.

7) Персонализация продуктов и услуг. С учётом подробных исторических требований, предпочтений различных заинтересованных сторон и меняющихся тенденций и конкурентов на рынке спрос на индивидуальные продукты и услуги неизбежно возрастет. «Цифровой двойник» в контексте заводов будущего позволит поменять концепцию работы завода с учетом меняющихся потребностей.

8) Документирование и коммуникация. Легкодоступная информация в режиме реального времени в сочетании с автоматической отчетностью поможет хорошо информировать заинтересованные стороны, тем самым улучшая прозрачность.

«Цифровой двойник» - это ансамбль математических моделей. Они характеризуют различные состояния оборудования, технологических и бизнес-процессов во времени, в соответствии с текущими производственными условиями. Среди таких математических моделей особое место занимают когнитивные карты, которая позволяет построить виртуальную модель процесса или изделия.

В работе представлены примеры эксплуатации «цифровых двойников» на производстве, приведены преимущества и недостатки их использования, а также определены задачи «цифровых двойников» в производственных процессах. Также представлены характеристики «цифрового двойника», влияющие на эффективность его использования.

### Источники и литература

- 1) F. Tao, Q. Qi: “New IT driven service-oriented smart manufacturing: Framework and characteristics,” IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., Syst., to be published, doi: 10.1109/TSMC.2017.2723764.
- 2) J. Gantz, D. Reinsel: “The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the Far East,” IDC iView: IDC Analyze Future, vol. 2007, no. 2012, pp. 1–16, Dec. 2012.
- 3) Oracle. Digital Twins for IoT Applications: A Comprehensive Approach to Implementing IoT Digital Twins. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oracle.com/us/solutions/internetofthings/digital-twins-for-iot-appswp-3491953.pdf> (дата обращения 17.03.2023)
- 4) Применение «Цифровых двойников» в производственных процессах. Кокорев Д.С., Посмаков Н. П. - TECHNICAL SCIENCE / «Colloquium-journal» №26(50), 2019