

Гомзина А.А., Тархов Д.А., Мальцев С.Д. Некоторые подходы к созданию цифровых двойников. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVIII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2018. – С. 58-61.

УДК 519.876.5

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

А.А. Гомзина, Д.А. Тархов, С.Д. Мальцев

SOME APPROACHES TO CREATING DIGITAL TWINS

A.A. Gomzina, D.A. Tarkhov, S.D. Maltsev

Аннотация. В статье приведены некоторые подходы к созданию цифровых двойников как адекватных адаптивных моделей реальных объектов. В ближайшие годы цифровые двойники будут играть доминирующую роль в мировой и российской технике. В связи с этим особое значение приобретают технологии, на основе которых они могут быть созданы. В статье проводится анализ таких технологий. В результате авторы делают вывод, что основными технологиями, на основе которых будут создаваться цифровые двойники, будут искусственные нейронные сети.

Ключевые слова: цифровые двойники, оцифровка, производственная система, нейронные сети.

Abstract. The article presents some approaches to the creation of digital twins as adequate adaptive models of real objects. In the coming years, digital twins will begin to play a dominant role in the world and Russian technologies. In this regard, the technologies on the basis of which they can be created acquire an essential value. The article analyzes such technologies. As a result, the authors assume that the technologies on the basis of which digital twins will be created will be artificial neural networks.

Keywords: digital twins, digitization, production system, neural networks.

Введение. Концепция цифровых двойников основана на моделировании реальных объектов со всеми параметрами, кинематической функциональностью и поведением с использованием цифровых инструментов. Цифровой двойник позволяет имитировать, контролировать и улучшать его функционирование. Он отображает систему максимально точно на основе всех доступных данных. Преимущества цифровых двойников для мехатроники и киберфизических систем должны обеспечить синтез информации об объекте, накопленной во время проектирования и при работе системы. Это позволит преодолеть разрыв между исходным моделированием при проектировании и его использованием на этапах эксплуатации и обслуживания.

Концепция цифрового двойника

Общее понимание цифрового двойника заключается в том, что он рассматривается как виртуальный эквивалент или динамическое цифровое представление реальной системы [1, 2]. В [2] Скорби датирует первое упоминание термина «цифровой двойник» для презентации промышленности в Мичиганском университете в 2002 году. Для задач определения параметров реальных объектов, проверки правильности ввода их в эксплуатацию часто используются виртуальные модели [3].

Соединение с PLM показывает еще две важные идеи, на которых базируется концепция цифровых двойников. Во-первых, это интеграция данных и информации с имитационными моделями. Другим ключевым моментом является подключение всех устройств и систем и повсеместно доступная вычислительная мощность в качестве элементов IoT, Industrie 4.0 и Industrial Internet [1]. Это взаимодействие между устройствами, а также программные системы позволяют своевременно использовать возможные связи между двумя близнецами. То есть цифровой близнец может

быть встроен в устройство или доступен на облачном компьютере. В [4] это соединение представляется в качестве предпосылки для автономной системы.

Операционные системы IoT [5] расширяют описанный цикл для более крупных замкнутых циклов инноваций. Это выражается конкретными образцами цифровых двойников для разных задач и областей. Цифровой двойник включает в себя все проектные артефакты продукта, цифровые производственные модели и обеспечивают использование данных для анализа и оптимизации фактической производительности. Сбор данных из запущенных систем является источником информации и знаний.

Конкретные цифровые двойники могут быть встроенными в устройство и сопровождать реальные объекты после их изготовления. Системные интеграторы могут, в свою очередь, использовать эту информацию и реализовать более крупную систему, например, завод по производству автомобилей.

Следующий шаг в цепочке зависит от приложения. Информация о продукте является ценной для конструирования или реконфигурации производственной системы, которая должна производить продукт. Соответственно, цифровой двойник – продукт можно комбинировать с цифровыми двойниками производственной системы. Это относится к разработке системы производства, включая инженерные и виртуальные задачи ввода в эксплуатацию и последующей работы самого завода.

Однако стоит заметить, что многие авторы предполагают, что цифровой двойник – это совокупность всех цифровых артефактов, которые накапливаются при разработке продукта, связанных со всеми данными, которые генерируются во время использования продукта. Вопреки этому Boschert и Rosen [6] утверждают, что цифровой двойник связан только со сбором соответствующих данных и моделей.

При моделировании сложных технических объектов обычно применяются пакеты компьютерного инженерного анализа. Однако точная информация о дифференциальных уравнениях, описывающих поведение объекта, обычно отсутствует в силу сложности описания происходящих в нём процессов. Кроме того, для применения МКЭ нужно знать начальные и граничные условия, полная информация о которых обычно является ещё менее доступной. Адаптацию модели, необходимую для отображения изменившихся свойств целевого объекта, трудно провести с моделью, построенной на основе МКЭ.

Более перспективным представляется подход, когда для каждого элемента целевого объекта строится адаптивная модель в виде нейронной сети. Этот подход [7-9] опирается на устойчивость нейронных сетей к зашумлению данных и возможность перестраивать их при появлении новых данных. Совокупность задач, стоящих перед цифровой моделью-двойником, может быть решена с использованием коллектива нейронных сетей, каждая из которых отображает некоторый фрагмент (элемент, процесс) объекта.

Заключение.

Использование цифровых двойников позволяет интегрировать инженерные или имитационные модели, с одной стороны, и данные измерений, с другой стороны. Последнее позволяет создавать гибридные вычислительные модели, гарантирующие качественный анализ процессов в сложных технических объектах в процессе их эксплуатации. Кроме того, создаётся возможность построения имитационной модели для конкретного устройства путем адаптации моделей аналогичных

устройств. Оптимальным инструментарием для построения таких моделей является аппарат искусственных нейронных сетей.

Библиографический список

1. GE 2017. DigitalTwin. Time reducing value for digital industrial companies https://www.ge.com/investor-relations/sites/default/files/ge_webcast_presentation_05242017.pdf
2. Grieves, M. (2014). Digital Twin: Production Improvement through Virtual Factory Replication, http://www.aprison.com/library/Whitepaper_Dr_Grieves_DigitalTwin_ManufacturingExcellence.php
3. Schenk, T., Gilg, A. B., Mühlbauer, M., Rosen, R., Wehrstedt, J.C. (2016): Architecture for Modeling and Modeling Technical Systems according to their life cycle. In Computing and Visualization in Science, January 2016, Vol 17, Issue 4, pp. 167-183, Springer
4. Rosen, R., von Wichert, G., Lo, G., Bettenhausen, KD (2015) On The Importance of Autonomy and Digital Twins for Future Production, INCOM 2015. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10257-018-0376-0>
5. Siemens 2017. MindSphere. Cloud, open source IoT operating system for digital transformations. <https://www.plm.automation.siemens.com/med>
6. Boschert S, Rosen R. Digital Twin - a simulation aspect. In: Hehenberger P, Bradley D., eds. Mechatronic futures. Cham: Springer International Publishing; https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-32156-1_52016
7. Antonov V., Tarkhov D., Vasilyev A. Unified approach to constructing the neural network models of real objects. Part 1 // Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2018; 1–8. <https://doi.org/10.1002/mma.5205>
8. Lazovskaya T. N., Tarkhov D. A., Vasilyev A. N. Parametric Neural Network Modeling in Engineering // Recent Patents on Engineering. 2017, Vol. 11. No 1. P. 10–15
9. Shemyakina T. A., Tarkhov D. A., Vasilyev A. N. Neural Network Technique for Processes Modeling in Porous Catalyst and Chemical Reactor // Advances in Neural Networks. ISSN 2016: 13th International Symposium on Neural Networks, ISSN 2016, St. Petersburg, Russia, July 6–8, 2016, Proceedings (Lecture Notes in Computer Science). Springer, 2016. P. 547–554. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-40663-3_63

Гомзина Анастасия Александровна
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: Gomzina.aa@edu.spbstu.ru

Gomzina A.A.
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Тархов Дмитрий Альбертович
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: dtarkhov@gmail.com

Tarkhov D.A.
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

Мальцев Семён Дмитриевич
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия

Maltsev S.D.
Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia