

УДК 33

DOI:10.34670/AR.2021.24.88.003

Применение технологии цифровых двойников в автомобильной промышленности: российский опыт

Фомичева Татьяна Леонидовна

Кандидат экономических наук,
доцент департамента математики,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125993, Российская Федерация, Москва, Ленинградский пр., 49;
e-mail: Tfomicheva@fa.ru

Аннотация

В области автомобилестроения в РФ традиционно, еще со времен Советского Союза, существуют большие проблемы, причем возникают они еще на стадии проектирования машины. Зачастую бралась за образец удачная зарубежная модель и оптимизировалась под возможности отечественного производства. Поэтому отрадно, когда российские научно-конструкторские коллективы и этой отрасли показывают результаты мирового уровня. В России есть мощная фирма-разработчик мирового уровня, создающая и использующая цифровых двойников, причем они занимаются проектами и в других отраслях экономики, например, нефтегазовой и авиастроении. Такая фирма пока одна. На некоторых автозаводах технология ЦД используется в производстве. В статье приводится пример программы цифровой трансформации, предусматривающей разработку и претворение в жизнь проектов по основным функциональным направлениям, где ЦД дадут мощный толчок в развитии российского автомобилестроения. Автор заключает, что в России есть мощная фирма-разработчик мирового уровня, создающая и использующая ЦД, причем они занимаются проектами и в других отраслях экономики, например, нефтегазовой и авиастроении. К сожалению, она в стране такая пока одна. На некоторых автозаводах технология ЦД используется в производстве. Подводя итоги исследования, автор выражает надежду, что это лишь начало, и ЦД дадут мощный толчок в развитии российского автомобилестроения.

Для цитирования в научных исследованиях

Фомичева Т.Л. Применение технологии цифровых двойников в автомобильной промышленности: российский опыт // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Том 11. № 12А. С. 181-186. DOI:10.34670/AR.2021.24.88.003

Ключевые слова

Цифровые двойники, автомобилестроение, бизнес-процессы, цифровое проектирование, программа цифровой трансформации.

Введение

В области автомобилестроения у нас традиционно, еще со времен Советского Союза существуют большие проблемы, причем возникают они еще на стадии проектирования машины. Зачастую бралась за образец удачная зарубежная модель (Ford, Opel, Fiat и др.) и оптимизировалась под возможности отечественного производства. Поэтому отрадно, когда российские научно-конструкторские коллективы и этой отрасли показывают результаты мирового уровня.

Основная часть

Первое практическое применение технологии «цифровых двойников» (ЦД) в российском автомобилестроении связано с проектом «Кортеж» – созданием единой платформы для автомобилей представительского и высшего класса с различными возможными вариантами кузова (седан, лимузин, внедорожник, минивэн), где повышенный комфорт должен был сочетаться с уникальными характеристиками по всем параметрам безопасности. Впоследствии машины получили наименование Augus. Т.к. машины предназначались для первых лиц России, то для обеспечения секретности и безопасности это должна была быть полностью отечественная разработка. И в 2013 году ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», как головной исполнитель, приступил к проектированию. Для сокращения затрат на натурные испытания было решено использовать уже широко применявшуюся в мире технологию ЦД. В 2014 году этим занялся Центр компьютерного инжиниринга при Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, который уже ранее сотрудничал с некоторыми мировыми автомобильными фирмами. Там была создана цифровая платформа для разработки и применения ЦД CML-Bench, которая:

- автоматизирует инженерные расчеты;
- генерирует и обрабатывает большие объемы Smart Big Data (умных или содержательных, т.е. предварительно обработанных и структурированных больших данных);
- каталогизирует модели расчетных вариантов;
- автоматизирует подготовку сборочных файлов;
- обрабатывает и визуализирует результаты виртуальных испытаний;
- капитализирует результаты интеллектуальной деятельности и формирует Digital Brainware (дословно «цифровые умственные способности», но в текущем контексте подразумевает оцифровку разработок по данной тематике, начиная с советских времен, и формирование, таким образом, преемственной научно-технической школы), что позволяет генерировать решения, превосходящие знания и интуицию генерального конструктора.

На ней были запущены бизнес-процессы цифрового проектирования – создание Smart Digital Twin («умного» ЦД), подробно отражающего всю конструкцию – разработка многоуровневых матриц, выражающих целевые показатели и ресурсные ограничения (до 40 тысяч характеристик), проведены виртуальные испытания каждой из тысяч деталей, каждого узла, каждого сварного шва, затем автомобиля целиком. При любом изменении просчитывалось его влияние на все остальные параметры – всего более 50 000 виртуальных испытаний. Зато это потребовало в 30-50 раз меньше натурных испытаний и краш-тестов, чем при традиционном подходе. Работа над проектом заняла около полутора лет, вместо традиционных пяти-семи. Уже в 2016 году на независимом полигоне в Берлине при испытаниях на краш-тест по программе Euro NCAP седан Augus получил высшую оценку (5 звезд) за пассивную безопасность, что

подтвердило полную адекватность и высочайшее качество математических моделей ЦД. Отечественная цифровая платформа для ЦД в середине 2017 года была удостоена Национальной промышленной премии РФ «Индустрия», во многом благодаря именно участию в проекте «Кортеж».

В 2018 году фирма преобразована в Центр НТИ (научно-технической инициативы) СПбПУ.

В 2018 году ПАО «КАМАЗ» в числе первых 10 корпораций с участием государства принял программу цифровой трансформации, предусматривающую разработку и претворение в жизнь проектов по следующим функциональным направлениям:

- новая цифровая платформа управления;
- цифровизация цепи создания стоимости;
- цифровизация и развитие инфраструктуры;
- цифровая корпоративная культура.

Используются следующие решения:

-на базе продукта компании Siemens Digital Industries Software (ранее Siemens PLM Software) создаются ЦД производства, техпроцессов и изделий;

-Teamcenter Manufacturing разрабатывает технологию изготовления отдельных деталей и конвейерной сборки автомобилей;

-NX CAM создает ПО для управления универсальных станков и станков с ЧПУ;

-Plant Simulation моделирует материальные потоки;

-на базе Process Simulate создается полный ЦД технологического процесса, позволяющий проводить анализ собираемости изделий и виртуальную пуско-наладку оборудования.

Цифровая трансформация лидера отечественного грузового автопрома еще не завершена, но первые результаты уже получены. С помощью технологии ЦД разработана K5 – платформа нового поколения для грузовиков и флагман новой линейки – магистральный тягач КАМАЗ 54901.

С 2018 года ПАО «КАМАЗ» и СПбПУ активно сотрудничают по проектированию и созданию УПП (универсальной пассажирской платформы), которая должна стать единой унифицированной основой для автобусов, троллейбусов, электробусов нового инновационного модельного ряда.

В числе передовых производственных технологий, задействовано использование ЦД для разработки элементов УПП, различных вариантов ее исполнения, сопутствующего производства, испытательных виртуальных полигонов для проведения испытаний ЦД УПП при подтверждении соответствия требованиям сертификатов.

По сообщениям с УАЗа (Ульяновского автомобильного завода) там тоже внедрена технология ЦД от компании Siemens, для автомобилей УАЗ «Патриот». Также УАЗ в сотрудничестве с СПбПУ вел разработку нового массового внедорожника. По-видимому, это был проект «Русский Прадо», упоминавшийся в СМИ. Но по последним сообщениям, проект был закрыт. То ли деньги кончились, то ли запал иссяк.

Последний из представленных в области автомобилестроения проектов от Центра НТИ СПбПУ, электромобиль «Кама-1» был презентован на выставке «Вузпромэкспо-2020» совместно с КАМАЗом. Это компактный электрической городской смарт-кроссовер. Кузов трехдверный четырехместный. Габариты: длина – 3400 см, ширина – 1700 см, высота – 1600 см; клиренс – 16 см. Емкость литий-ионного аккумулятора – 33 кВт/ч, мощность электродвигателя – 80 кВт, запас хода без подзарядки – до 250 км по городу, до 300 км по магистрали. Предельная скорость – 150 км/ч, разгон до 100 км/ч – 6,7 секунды. В обычном режиме время заряда батареи

– 6 часов, в ускоренном режиме до 80% емкости – 20 минут. Зарядка может происходить как на специальных станциях, так и от обычной розетки. Были учтены зимние условия эксплуатации (до минус 50) – при низкой температуре аккумулятор сам себя подогревает. В наличии интеллектуальная система помощи водителю ADAS третьего уровня, климатическая система, системы мультимедиа и самодиагностики. Управление ими происходит с девятидюймового дисплея, установленного на рулевой колонке. Оптика полностью светодиодная. Как мы видим, параметры, включая дизайн вполне на уровне лучших мировых образцов для своего класса автомобилей.

Благодаря использованию технологии ЦД, машина была создана с нуля всего за 2 года. Автомобиль полностью идет в русле заявленной правительством программы развития транспорта на электрической тяге. КАМАЗ вроде бы даже собирался запустить «Каму-1» на конвейер, но потом открестился от ее производства. Так эта машина и осталась единственным предсерийным образцом, что, в принципе, и не удивительно. В настоящее время в России не существует производств комплектующих узлов и деталей для электромобилей – ни аккумуляторов, ни электромоторов, ни других необходимых частей. Поэтому это будет или опять отверточная сборка, либо надо создавать (а скорее всего, закупать) серьезные производства. При этом китайцы заявили, что они готовы наладить поточное производство этого автомобиля уже через полгода.

Заключение

Итак, мы видим, что в России есть мощная фирма-разработчик мирового уровня, создающая и использующая ЦД, причем они занимаются проектами и в других отраслях экономики, например, нефтегазовой и авиастроении. К сожалению, она у нас такая пока одна. На некоторых автозаводах технология ЦД используется в производстве. Будем надеяться, что это лишь начало, и ЦД дадут мощный толчок в развитии российского автомобилестроения.

Библиография

1. Авдеев В. ПАО «КАМАЗ»: цифровое производство и эффективность бизнеса. URL: <https://www.tbforum.ru/blog/pao-kamaz-cifrovoye-proizvodstvo-i-ehffektivnost-biznesa>
2. Габитова Г.Ф., Хватова Т.Ю. Цифровой двойник как основа инновационного развития малых и средних предприятий автомобильной промышленности на примере Германии и России. URL: <http://vestnik.volbi.ru/upload/numbers/352/article-352-2768.pdf>
3. Копанев Д. Как эффективно разработать беспилотный автомобиль или БПЛА с применением технологии цифровых двойников. URL: https://pcnews.ru/news/kak_effektivno_razrabotat_bespilotnyj_avtomobil_ili_bppla_s_primeneniem_tehnologii_cifrov_yh_dvoynikov-1134448.html#gsc.tab=0
4. Лойченко С. Цифровые двойники в засаде. URL: <https://pravdasevera.ru/2019/11/06/60b0a0abb43ef52e7c673dd6.html>
5. Магомедов Р.М. Анализ природы и перспектив развития рынка ICO // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. № 12А. С. 262-267.
6. Магомедов Р.М. Роботдвайзеры как основа финансовых технологий будущего // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. № 12А. С. 256-261.
7. Магомедов Р.М. Трансграничные платежи в современной экономике: перспективы развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. № 3А. С. 42-46.
8. Магомедов Р.М. Цифровая экономика: сущность и последствия // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. № 2-1. С. 121-127.
9. Михальченко Н. Догнали и перегнали. URL: <https://stimul.online/articles/sreda/dognali-i-peregнали/>
10. Платова И. Центр НТИ СПбПУ представил на Вузпромэкспо-2020 первый российский электрический смарт-кроссовер «Кама-1», разработанный на основе цифровых двойников. URL: <https://ofko.spb.ru/tsentr-nti-spbpu>

predstavil-na-vuzpromekspo-2020-pervyj-rossijskij-elektricheskij-smart-krossover-kama-1-razrabotannyj-na-osnove-tsifrovyyh-dvoynikov/

11. Прохоров А., Лysачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: АльянсПринт, 2020. 401 с.
12. Цифровые двойники. URL: <https://www.bfm.ru/news/459018>
13. Шистерова В. и др. Этот электромобиль – только начало: «Ока» выросла и стала «Камой». URL: <https://www.business-gazeta.ru/article/491826>

Application of digital twin technology in the automotive industry: Russian experience

Tat'yana L. Fomicheva

PhD in Economics,
Associate Professor of the Department of Mathematics,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, 49, Leningradskii ave., Moscow, Russian Federation;
e-mail: Tfomicheva@fa.ru

Abstract

In the automotive industry in the Russia, traditionally, since the days of the Soviet Union, there are big problems, and they arise even at the design stage of the car. Often, a successful foreign model was taken as a sample and optimized for the capabilities of domestic production. Therefore, it is good when Russian research and development teams in this industry show world-class results. There is a powerful world-class developer in Russia that creates and uses digital twins, and they are also involved in projects in other sectors of the economy, such as oil and gas and aircraft manufacturing. There is only one such firm. In some car factories, DT technology is used in production. The article provides an example of a digital transformation program that provides for the development and implementation of projects in the main functional areas, where the DT will give a powerful impetus to the development of the Russian automotive industry. The author concludes that in Russia there is a powerful world-class developer company that creates and uses digital data, and they are also involved in projects in other sectors of the economy, for example, oil and gas and aircraft construction. Unfortunately, she is the only one in the country so far. In some car factories, DT technology is used in production. Summing up the results of the study, the author expresses the hope that this is only the beginning, and the DT will give a powerful impetus to the development of the Russian automotive industry.

For citation

Fomicheva T.L. (2021) *Primenenie tekhnologii tsifrovyykh dvoynikov v avtomobil'noi promyshlennosti: rossiiskii opyt* [Application of digital twin technology in the automotive industry: Russian experience]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (12A), pp. 181-186. DOI:10.34670/AR.2021.24.88.003

Keywords

Digital twins, automotive industry, business processes, digital design, digital transformation program.

References

1. Avdeev V. *PAO «KAMAZ»: tsifrovoe proizvodstvo i effektivnost' biznesa* [PJSC KAMAZ: digital production and business efficiency.]. Available at: <https://www.tbforum.ru/blog/pao-kamaz-cifrovoe-proizvodstvo-i-ehffektivnost-biznesa> [Accessed 12/12/2021]
2. Gabitova G.F., Khvatova T.Yu. *Tsifrovoi dvoynik kak osnova innovatsionnogo razvitiya malykh i srednikh predpriyatii avtomobil'noi promyshlennosti na primere Germanii i Rossii* [Digital twin as a basis for the innovative development of small and medium-sized enterprises in the automotive industry on the example of Germany and Russia]. Available at: <http://vestnik.volbi.ru/upload/numbers/352/article-352-2768.pdf> [Accessed 12/12/2021]
3. Kopanev D. *Kak effektivno razrabotat' bespilotnyi avtomobil' ili BPLA s primeneniem tekhnologii tsifrovyykh dvoynikov* [How to effectively develop an unmanned vehicle or UAV using digital twin technology]. Available at: https://pcnews.ru/news/kak_effektivno_razrabotat_bespilotnyj_avtomobil_ili_bpla_s_primeneniem_tekhnologii_cifrov_yh_dvoynikov-1134448.html#gsc.tab=0 [Accessed 12/12/2021]
4. Loichenko S. *Tsifrovye dvoyniki v zasade* [Digital twins in ambush]. Available at: <https://pravdasevera.ru/2019/11/06/60b0a0abb43ef52e7c673dd6.html> [Accessed 12/12/2021]
5. Magomedov R.M. (2018) Analiz prirody i perspektiv razvitiya rynka ICO [Analysis of the nature and prospects of development of the ICO market]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 8 (12A), pp. 262-267.
6. Magomedov R.M. (2018) Roboedvaizery kak osnova finansovykh tekhnologii budushchego [Robo-advisors as a basis for financial technologies of the future]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 12A, pp. 256-261.
7. Magomedov R.M. (2020) Transgranichnye platezhi v sovremennoi ekonomike: perspektivy razvitiya [Cross-border payments in the modern economy: development prospects]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (3A), pp. 42-47.
8. Magomedov R.M. (2020) Tsifrovaya ekonomika: sushchnost' i posledstviya [The digital economy: the essence and consequences]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 10 (2A), pp. 121-127.
9. Mikhailchenko N. *Dognali i peregnali* [Caught up and overtaken]. Available at: <https://stimul.online/articles/sreda/dognali-i-peregnali/> [Accessed 12/12/2021]
10. Platova I. *Tsentr NTI SPBPU predstavil na Vuzpromekspo-2020 pervyi rossiiskii elektricheskii smart-krossover «Kama-1», razrabotannyi na osnove tsifrovyykh dvoynikov* [The SPBPU Center presented the first Russian electric smart crossover Kama-1, developed on the basis of digital twins, at Vuzpromexpo-2020]. Available at: <https://ofko.spb.ru/tsentr-nti-spbpu-predstavil-na-vuzpromekspo-2020-pervyj-rossijskij-elektricheskij-smart-krossover-kama-1-razrabotannyj-na-osnove-tsifrovyyh-dvoynikov/> [Accessed 12/12/2021]
11. Prokhorov A., Lysachev M. (2020) *Tsifrovoi dvoynik. Analiz, trendy, mirovoi opyt* [Digital twin. Analysis, trends, world experience]. Moscow: Al'yansPrint Publ.
12. Shisterova V. et al. *Etot elektromobil' – tol'ko nachalo: «Oka» vyrosla i stala «Kamoi»* [This electric car is just the beginning: Oka has grown and become Kama]. Available at: <https://www.business-gazeta.ru/article/491826> [Accessed 12/12/2021]
13. *Tsifrovye dvoyniki* [Digital twins]. Available at: <https://www.bfm.ru/news/459018> [Accessed 12/12/2021]