

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*С. В. ТИШУКОВ, Д. А. ЧЕМОДАНОВ*

*Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

На сегодняшний день цифровые технологии охватывают все аспекты нашей жизни, меняя целые отрасли и определяя характер изменения в лучшую сторону компаний, стремящихся занять или сохранить лидирующие позиции на рынке. Теперь совершенно ясно, что на современном этапе побеждает тот, кто активнее использует технологии. Ведущей частью является формирование технологий в сторону цифрового проектирования, где конечный потребитель – производственные предприятия, с минимальными затратами времени произвести лучший в классе продукт на рынке в любой сфере деятельности. С помощью такой технологии, как цифровой двойник, позволяющей обеспечить полное взаимодействие между двумя мирами, можно полностью спрогнозировать, как поведет себя физический объект на практике, а также рассмотреть все возможные отклонения.

Суть цифровых двойников заключается в том, что благодаря данной технологии можно повысить результативность рассматриваемого объекта в цифровом виде. Имея малый объем информации, можно с легкостью воспроизвести главные аспекты рассматриваемого объекта. Данная технология получила широкое распространение во многих видах производства. На данный момент создано бесчисленное множество цифровых копий предприятий, потому что сама технология доступна каждому и овладеть ей сможет каждый. Наибольшая эффективность достигается путем создания виртуальной модели рассматриваемого объекта. Цифровые двойники решают следующие задачи.

1 Провести тестовый запуск процесса или производственной цепочки быстро и без существенных вложений.

2 Обнаружить проблему или уязвимость до того, как будет запущено производство или объект поступит в эксплуатацию.

3 Повысить эффективность процессов или систем, отследив все сбои еще до старта.

4 Снизить риски, в том числе финансовые, а также связанные с безопасностью для жизни и здоровья персонала.

5 Повысить конкурентоспособность и прибыльность бизнеса.

6 Строить долгосрочные прогнозы и планировать развитие компании или продукта на годы вперед.

7 Повысить лояльность клиентов за счет точного прогнозирования спроса и потребительских качеств продукта;

В железнодорожном транспорте процессы, связанные с эксплуатацией подвижного состава, зачастую носят случайный характер. Это связано не только с большим разбросом реализуемых значений эксплуатационных воздействий, но и с тем, что реальный подвижной состав используется в условиях, когда он окружен физическими объектами, свойства которых могут сильно меняться в течение времени. Это говорит о том, что часто могут возникать ситуации, которые не реализовывались на физическом объекте в прошлом. В связи с этим можно сделать вывод, что применение систем, основанных на методологии цифровых двойников, в железнодорожном транспорте более эффективно, чем систем, построенных на основе цифровых теней, так как применение обратной связи, реализованной в рамках цифрового двойника, которая подразумевает отправку управляющих сигналов на вагон, может позволить избежать многих аварийных ситуаций конкретной эксплуатируемой единицы, связанных с изломом как элементов тележки, так и несущих элементов кузова. В настоящее время существуют различные классификации цифровых двойников, связанные с их конкретной областью применения. В рамках задач железнодорожного транспорта наиболее применимыми являются две системы. Первая система была введена Майклом Гривсом и называется «агрегатор цифрового двойника». Согласно Гривсу, для создания цифрового двойника необходимо существование:

– физического объекта вместе с физическим окружением, в котором он существует;

– виртуального объекта вместе с виртуальным окружением;

– каналов связи и центров анализа информации, организующих передачу и предиктивную обработку данных в обоих направлениях: измерения от системы мониторинга, установленной на эксплуатируемом изделии, к виртуальному объекту, управляющие команды/сигналы/предупреждения, которые получены в виртуальном пространстве, – к физическому.

Эта система представляет собой совокупность всей информации, которая собирается от всех цифровых двойников конкретных физических объектов, в рамках одного множества, объединенного по некому признаку (модель, модификация, партия и т. д.). Согласно предлагаемой классификации в рамках этой системы выделяется прототип цифрового двойника.

Прототип цифрового двойника описывает прототип физического объекта. Основан на иерархической последовательности цифровых моделей, которая позволяет прогнозировать поведение физического объекта в условиях эксплуатации. Содержит все данные, позволяющие приступить к производству изделия и все данные, используемые для производства физического объекта, информацию, поступающую от систем мониторинга, которые установлены на конкретном исследуемом объекте, и всю историю его эксплуатации с учетом истории замены различных узлов и агрегатов.

Вторая система возникла в рамках производственно-эксплуатационного подхода и называется «цифровой двойник производственной системы». Представляет собой цифровую модель всей производственной или эксплуатационной системы. В рамках этой системы выделяются цифровой двойник изделия.

Цифровой двойник изделия описывает конкретный физический объект. Цифровой двойник технологического процесса соответствует конкретному физическому производственному или эксплуатационному процессу. Благодаря ему можно рассматривать различные сценарии и анализировать успешность их выполнения.

Рассмотрим применение цифровых двойников при проектировании тягового подвижного состава. В рамках нашего обзора рассмотрим создание цифрового двойника прототипа тягового подвижного состава.

Сам процесс начинается с проектирования его цифровой модели в системе автоматизированного проектирования (САД). Далее рассматриваемый объект заполняется требующейся информацией и передается на следующие этапы создания двойника. С помощью системы инженерного анализа (САЕ) проектируются возможные факторы, которые могут повлиять на готовое изделие, а также его функционирование. Затем осуществляется переход в модуль автоматизированной системы (САМ), где разрабатывается непосредственно само изделие с полученными данными. Цифровые двойники подвижного состава обеспечиваются системами накопления информации и в дальнейшем передаются в систему цифрового проектирования, где сравнивается готовое от планового варианта. Чтобы это работало, для таких испытаний нужно вводить средства сбора информации, такие как цифровой паспорт или формуляры изделий, и наполнять его качественными данными.

Подводя итог всему вышесказанному, хочется отметить, что применение данной технологии может позволить проанализировать работу тягового подвижного состава. Достоинство данной технологии заключается в повышении эксплуатации транспорта, где цифровые двойники могут предсказать возможные поломки, а также повысить эффективность оценки технического оборудования.

#### Список литературы

- 1 Биктимиров, В. Р. Современные методики управления качеством. Цифровой двойник / В. Р. Биктимиров, А. А. Ращупкина // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 8 (25). – С. 34–36.
- 2 Большая российская энциклопедия : в 35 т. Т. 27 / гл. ред. Ю. С. Осипов. – М. : Большая российская энциклопедия, 2015. – С. 585–586.
- 3 Боровков, А. И. Определение, разработка и применение цифровых двойников: подход Центра компетенций НТИ СПбПУ / А. И. Боровков, Ю. А. Рябов // Цифровая подстанция. – 2019. – № 12. – С. 20–25.
- 4 Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – М. : АльянсПринт, 2020. – 401 с.

УДК 656.225

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗА В ВАГОНЕ

*Г. М. ТРЕТЬЯКОВ, В. В. ДЕНИСОВ, А. Б. ФОКЕЕВ*

*Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

Наиболее распространенными средствами крепления грузов при размещении их на железнодорожном транспорте являются растяжки, обвязки, стяжки, увязки, деревянные стойки, бруски и щиты.

Растяжки, обвязки, стяжки, увязки в большинстве случаев формируются из термически обработанной проволоки соответствующего диаметра.