

Плешаков С.Д., Грошева П.Ю.  
Российский университет дружбы народов  
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6  
e-mail: 1032186863@rudn.ru  
e-mail: p.grosheva@yandex.ru

### **Целесообразность применения цифровых двойников при производстве спутниковой аппаратуры<sup>1</sup>**

В современных условиях глобальной цифровой трансформации происходит коренная перестройка существующих бизнес-моделей и процессов организации производственно-экономической деятельности промышленных предприятий. Большинство производственных операций переносится в виртуальную среду, что позволяет получать экономические эффекты в результате создания цифровых прототипов и двойников изделий, проводить большую часть работ по испытаниям и отработке на этих прототипах. При этом основные достигаемые экономические эффекты заключаются в сокращении сроков и стоимости разработки конечного продукта. Однако вместе со всеми преимуществами, чтобы применение цифровых двойников было целесообразным и эффективным должны выполняться некоторые условия.

Во-первых, требуется обеспечить необходимый уровень развития системы передачи данных. Например, если передача данных не развита между системами CAD/CAM/CAE, возникнут определенные сложности при внедрении технологии цифровых двойников. Решение этой задачи может быть обеспечено путем создания единой цифровой платформы, проектирования, функционального и информационного моделирования, а также испытаний, что позволит выстроить бизнес-процессы наиболее оптимальным образом и добиться сокращения времени проектирования и уменьшения количества ошибок при передаче данных.

Во-вторых, необходимо повышение пропускной способности информационных систем для обработки больших объемов структурированных и неструктурированных данных (Big Data). Ограниченная пропускная способность информационных систем может стать проблемой на пути внедрения цифровых двойников. В этой связи необходимо создавать маршруты передачи данных с высокой пропускной способностью, а также различные облачные схемы хранения и передачи.

В-третьих, для выполнения такого большого количества вычислений для наполнения цифровых моделей, составляющих цифровой двойник, нужно очень много вычислительных мощностей. Это решается путем создания мощных вычислительных кластеров, как на базе самих компаний, корпораций, так и на базе ведущих институтов страны. Необходимо будет модифицировать существующие системы управления данными, более активно использовать промышленный интернет вещей (IIoT), и, обеспечивать безопасность передачи данных.

В-четвертых, возникает необходимость создания единых подходов и методик, которые планируется использовать в цифровом двойнике.

Так, например, если говорить о спутниковой аппаратуре, в современном мире невозможно создать спутник без организации сотрудничества, а это увеличивает риск возникновения конфликтов в подходах к созданию проекта и дальнейшей его реализации.

В настоящий момент в ракетно-космической отрасли подход по отработке конструкции изделий, обеспечивающий подтверждение их стойкости осуществляется в рамках длительного цикла наземно-экспериментальной отработки (НЭО) для каждого вновь создаваемого изделия. Это обусловлено уникальностью создаваемой аппаратуры. Цикл НЭО составляет 1,0...1,5 года и требует дополнительных образцов изделий и, как следствие, дополнительных финансовых затрат и длительных сроков на изготовление отдельных опытных образцов изделий для НЭО.

В последствии, когда будет накоплено большое количество статистики по испытаниям подобных конструкций, можно будет отказаться от натурных испытаний и проводить верификацию по виртуальным испытаниям и получать максимальную достоверность. Но для этого необходимо провести унификацию изделий.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00781

Уже сейчас в рамках унификации комплектующих спутников был определен перечень первоочередной аппаратуры и ее стыков, требующих унификации и позволяющих в дальнейшем повысить достоверность результатов моделирования и минимизировать объем проводимых испытаний. Определена идеология унификации аппаратуры, основой которой стал функционально законченный базовый модуль (ФБМ), который является основным элементом при построении аппаратуры.

Предъявляемые требования к ФБМ в части стойкости к внешним воздействующим факторам, конструкции, программному обеспечению и интерфейсам так же стандартизованы.

Это позволит сократить количество номенклатурных изделий, а также запустить серийное производство аппаратуры, которые если и будут отличаться друг от друга, то не значительно. Что позволит сократить закупочные и логистические циклы, а как следствие уменьшить стоимость изделия.

Таким образом, создание цифровых двойников аппаратуры для спутников является целесообразным с точки зрения экономической эффективности. Однако, как было отмечено, необходимо обеспечить создание некоторых условий, чтобы такая эффективность была получена, а целесообразность доказана в результате сокращения затрат на всех этапах жизненного цикла.

### Литература

1. Применение технологии цифровых двойников: опыт АО “ОДК” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://integral-russia.ru/2019/04/18/primenenie-tehnologii-tsifrovyyh-dvoynikov-opyt-ao-odk/>
2. Чурсин А.А. Передовые космические технологии как новый источник роста экономики // Управление риском. 2019. № 1 (89). С. 49-56.
3. Кабалдин Ю.Г., Колчин П.В., Шатагин Д.А., Аносов М.С., Чурсин А.А. Цифровой двойник 3d-печати на станках с ЧПУ // Вестник машиностроения. 2019. № 7. С. 47-49.
4. Шуравин А., Московченко А. Что нам может дать цифровой двойник // Control Engineering Россия. 2020. № 3 (87). С. 13-15.