

УДК 339.97:004.9

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Денисов С.Г.

Северо-Западный институт управления – филиал ФГБОУВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации»

**ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR A DIGITAL PLATFORM FOR THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF DIGITAL TWINS**

Denisov S.G.

North-Western Institute of Management – Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

Аннотация

В статье освещены требования к функциональным и техническим возможностям цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников в целях создания глобально конкурентоспособной, наукоемкой продукции высокого уровня сложности для высокотехнологичных отраслей промышленности.

Ключевые слова: цифровая платформа, цифровой двойник, прослеживаемость, цифровые испытания, моделирование, проектирование, дерево эволюции решений, безопасность программного обеспечения.

Abstract

The article highlights the requirements for the functional and technical capabilities of a digital platform for the development and application of digital twins in order to create globally competitive, high-tech, high-complexity products for high-tech industries.

Keywords: digital platform, digital twin, traceability, digital testing, modeling, design, decision evolution tree, software security.

Ссылка для цитирования: Денисов С.Г. Анализ требований для цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников // Бюллетень инновационных технологий. – 2025. – Т. 9. – № 1 (33). – С. 30-33. – EDN XVYUUY.

В условиях формирования технологического лидерства, которое определено в качестве национальной цели на период до 2030 года (в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2024 года № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [1]), под которым понимается превосходство технологий и (или) продукции по основным параметрам (функциональным, техническим, стоимостным) над зарубежными аналогами представляет интерес произвести анализ требований, предъявляемых к цифровой платформе по разработке и применению цифровых двойников.

Для реализации задач, определенных документами стратегического развития

страны в части формирования технологического лидерства и национальной безопасности, а также в целях эффективной организации деятельности в области инжиниринговых услуг, критически важно применение эффективных инструментов, таких как системы управления процессами и данными компьютерного моделирования (SPDM-системы — Simulation Process and Data Management), которые обеспечивают прозрачность и прослеживаемость (контролируемость) процесса разработки, обоснование с помощью цифровых испытаний принимаемых проектных решений, автоматизацию работы с расчетными вариантами и конечно-элементными моделями, интеграцию и взаимодействие инженерного программного обеспечения [2].



Рис.1. Модули цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников (составлено автором)

Цифровая платформа по разработке и применению цифровых двойников должна включать модули, представленные на рис. 1

Платформа должна осуществлять интеграцию и управление вычислительной (Hardware) и программной (Software) инфраструктурой, интеллектуальным научно-техническим заделом (Digital Brainware) всех участников процесса разработки цифровых двойников изделий для разных высокотехнологичных компаний [2]. В России цифровизация экономики является магистральным направлением развития всех без исключения отраслей [3].

В основе платформы должна стоять система, которая обеспечит связь входных и выходных данных программ препроцессинга, систем компьютерного проектирования и моделирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга, а также программ обработки результатов вычислений и визуализации (постпроцессинга) [2]. Это будет способствовать повышению степени автоматизации, позволит обеспечить прозрачность и прослеживаемость цифровых (виртуальных) испытаний, и, тем самым улучшить процессы моделирования и проектирования [4].

Платформа должна обеспечивать эффективный процесс генерации больших объемов содержательных данных, получае-

мых ежедневно и ежесуточно в ходе выполнения цифровых (виртуальных) испытаний, включая испытания на цифровых (виртуальных) испытательных стендах [5]. Поскольку на программно-технологической платформе происходят процессы управления генерацией, обработкой, хранением, передачей и защитой больших объемов данных, автоматизации выполнения большого числа мультидисциплинарных расчетов и цифровых (виртуальных) испытаний, систематизации и структурирования всех компьютерных моделей, в первую очередь, прошедших процедуры верификации и валидации, на платформе должна быть обеспечена эффективная работа с базой данных компьютерных и цифровых моделей, результатами цифровых (виртуальных) испытаний, со средствами визуализации и сравнительного анализа результатов цифровых (виртуальных) испытаний, включая испытания на цифровых (виртуальных) стендах и осуществляется накопление валидационного базиса.

Для проведения цифровых (виртуальных) испытаний цифровая платформа должна иметь возможность подключения различных высокопроизводительных вычислительных ресурсов (кластеров и суперкомпьютеров), а также широкого спектра специального инженерного программного обеспечения, используемого в инженерно-

конструкторских разработках для выполнения инженерных и расчетных работ на различных стадиях подготовки и проведения компьютерного моделирования, цифровых (виртуальных) испытаний и обработки результатов вычислений, в том числе в целях разработки цифровых двойников [2].

Цифровая платформа должна предоставлять возможность формировать матрицы требований и целевых показателей для разных изделий и классов задач и исследуемых физико-механических и технологических процессов, решаемых и исследуемых с помощью цифровых испытаний конструкции изделия [6]. Также цифровая платформа должна позволять осуществлять мониторинг, контроль и сравнительный анализ, наглядно визуализировать результаты этих цифровых испытаний и изменений конструкторских решений, эволюцию и модификацию всех компьютерных моделей, субмоделей, расчетных и конструкторских вариантов.

В идеале, цифровая платформа должна визуализировать процесс формирования инженерных решений с помощью дерева эволюции решений – так называемого цифрового следа реализации проекта. Дерево эволюции решений предназначено для анализа хронологии и перспективности направления разработки с отслеживанием изменения ключевых показателей. Дерево эволюции представляет собой граф, каждый узел которого обозначен цветом в зависимости от принятых инженером решений по направлению развития работ над изделием, при этом граф поделен на сектора, соответствующие временным интервалам проведения цифровых испытаний, в результате чего формируется интерактивная карта проектирования изделия [2]. При наведении на узел дерева платформа визуализирует дополнительную информацию о результатах расчета. Дерево эволюции решений позволяет наглядно увидеть хронологию принятия решений, тупиковые и альтернативные ветки проектирования изделия и проведения цифровых испытаний, что может быть использовано для обоснования изменений направления разработки и учета полученного опыта в рамках смежных проектов.

Помимо этого, цифровая платформа должна обладать механизмом формирования расчетных цепочек, который позволит автоматизировать процесс комплексного

расчета, включающего использование нескольких видов инженерного программного обеспечения [7]. С помощью этого механизма можно построить расчетный агрегат, в котором различные пакеты можно будет использовать последовательно (управление и данные передаются от одного пакета другому), условно (управление передается пакету при выполнении определенного условия), циклически (один и тот же пакет обрабатывает определенное количество раз) или параллельно (данные и управление из одного пакета передаются одновременно нескольким) [8]. При этом результаты расчетов будут переданы от одного компонента расчетного агрегата другому.

На цифровую платформу по разработке и применению цифровых двойников необходимо получить сертификат соответствия требованиям безопасности программного обеспечения (далее - ПО) Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (далее - ФСТЭК России) по 6 уровню доверия, поскольку в условиях изменяющегося законодательства в области импортозамещения ПО и повышения требований к безопасности ПО сертификат ФСТЭК России позволит применять цифровую платформу для работы с госорганами, российскими юридическими лицами, которым принадлежат информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления, функционирующие в сфере здравоохранения, науки, транспорта и др. Стоит отметить, что для соответствия требованиям 6 уровня доверия разработчикам необходимо внедрить в ПО ряд микросервисов, которые обеспечат защиту от несанкционированного доступа к информации, помогут в идентификации, аутентификации и регистрации событий безопасности.

В заключении стоит отметить, что цифровые платформы должны быть включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

По результатам проведенного анализа, можно констатировать, что цифровые платформы, отвечающие рассматриваемым выше требованиям, будут весьма востребованы и будут успешно использоваться для реализации проектов в различных высокотехнологических отраслях промышленности, таких как автомобилестроение, авиастроение, двигателестроение, судостроение,

энергомашиностроение, атомное, нефтегазовое, специальное и тяжелое машиностроение.

Список литературы

1. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // ЭФ «Кодекс» [Электронный ресурс]. – URL: docs.cntd.ru/document/1305894187.

2. Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности: монография / под ред. А. И. Боровкова. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 492 с.

3. Афонин Д.Н. Современные тенденции информатизации таможенной службы // Бюллетень инновационных технологий. – 2024. – Т. 8. – № 4(32). – С. 5-9. – EDN DHNQWW.

4. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») // ЭФ «Кодекс» [Электронный ресурс]. – URL: docs.cntd.ru/document/563441794.

5. Денисов С.Г. Технологические тенденции, определяющие будущее управления жизненным циклом продукции в условиях цифровой трансформации // Бюллетень инновационных технологий. – 2024. – Т. 8. – № 2(30). – С. 10-13. – EDN QXHDPO.

6. Мантусов В.Б., Афонин Д.Н., Афонин П.Н., Данько Д.Ю. Цифровой фактический контроль: тренд современности. – Российская таможенная академия, Санкт-Петербургский имени В. Б. Бобкова филиал. – Санкт-Петербург: Российская таможенная академия, 2019. – 200 с. – ISBN 978-5-9590-1113-0. – EDN FERUEO.

7. Денисов С.Г. Программное обеспечение для физической части цифрового двойника и связи его элементов // Бюллетень инновационных технологий. – 2024. – Т. 8. – № 3(31). – С. 10-14. – EDN SGDDIC.

8. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – М.: ООО «АльянсПринт». – 2020. – 401 с.

Поступила в редакцию 20.01.2025

Сведения об авторе:

Денисов Сергей Генрихович – доцент кафедры таможенного администрирования Северо-Западного института управления – филиала ФГБОУВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», кандидат технических наук, e-mail: denisov-sg@ranepa.ru



Электронный научно-практический журнал "Бюллетень инновационных технологий" (ISSN 2520–2839) является сетевым средством массовой информации регистрационный номер Эл № ФС77-73203 по вопросам публикации в Журнале обращайтесь по адресу bitjournal@yandex.ru