

УДК 004.94

КОМПЛЕКСНЫЙ ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Андрюхин Николай Дмитриевич ⁽¹⁾, Тутукин Дмитрий Геннадьевич ⁽²⁾

Магистр 1 года ⁽¹⁾, магистр 1 года ⁽²⁾,

кафедра «Металлорежущие станки и оборудование»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,

Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки и оборудование»

Приход четвертой промышленной революции ознаменовался переосмыслением подходов к проектированию металлорежущего оборудования. Активное внедрение цифровых технологий позволило развить и что важнее, объединить конструкторские, технологические и эксплуатационные навыки, применяемые при проектировании МТО. Синергия подобных компетенций позволяет на основе цифровых систем создать так называемый комплексный цифровой двойник оборудования.

Важно будет отметить, что на текущем этапе развития промышленности нет жестко утвержденного определения, раскрывающего понятие «цифровой двойник». Тем не менее, можно обще сформулировать базовый подход к формированию цифрового двойника (ЦД) изделия. ЦД изделия начинает формироваться в процессе проектирования и постоянно дополняется на всех этапах жизненного цикла оборудования, включая в себя все цифровые, расчетные и экспериментальные модели, документацию и необходимые требования. Если же более глубоко погрузиться в понятие о цифровом двойнике, стоит выделить несколько типов ЦД оборудования.

Функциональный цифровой двойник оборудования состоит из компьютерных моделей, получаемых в процессе проектирования, а так же технической документации и требований, предъявляемых к изделию. Основа данного ЦД – расчетные и экспериментальные модели, подробно описывающие функциональные и ожидаемые характеристики проектируемого оборудования.

Назначение функционального цифрового двойника изделия – объединение и взаимная работа на всех этапах проектирования, начиная от концептуальной разработки оборудования, составления ТЗ на реализацию проекта до тестирования опытных образцов и подготовки к серийному выпуску оборудования. Подобная синергия возможно за счет применения PLM (Product lifecycle management) систем . Одно из ключевых преимуществ – возможность контроля соблюдения предъявляемых к изделию требований на протяжении всего процесса проектирования.

Цифровой двойник производства обеспечивает высокую гибкость проектируемых производственных процессов, начиная от составления и утверждения технологии изготовления оборудования, заканчивая распределением и виртуальным вводом в эксплуатацию производственных мощностей. В зависимости от предъявляемых требований различают разные подходы к созданию ЦД производства, основанные на математическом, гибридном моделировании, однако, наиболее эффективным показал себя подход к созданию ЦД производства на основе имитационного моделирования.

Цифровой двойник производства на основе имитационной модели – динамическая модель рассматриваемого производства, представленная как система, в которой все протекающие процессы рассматриваются как взаимосвязь и следствие взаимосвязей элементов на всех уровнях производства, вне зависимости от их предполагаемого влияния на исследуемую систему. Таким образом, имитационное

моделирование реализует так называемый «принцип декомпозиции», разделяя исследуемую систему на ряд более «малых» взаимосвязанных подсистем, исследуя их взаимосвязь и влияние как друг на друга так и на всю систему в целом. Так же важной отличительной особенностью ЦД производства на основе имитационной модели является учет случайных и динамических факторов, которые невозможно или крайне затруднительно принять к рассмотрению при реализации классической математической модели.

Комплексный цифровой двойник оборудования структурно включает в себя все вышеперечисленные ЦД, объединяя весь процесс передачи и анализа информации, а так же все применяемые системы автоматизации. На рисунке 1 ниже представлена схема, наглядно демонстрирующая определение комплексного ЦД изделия.

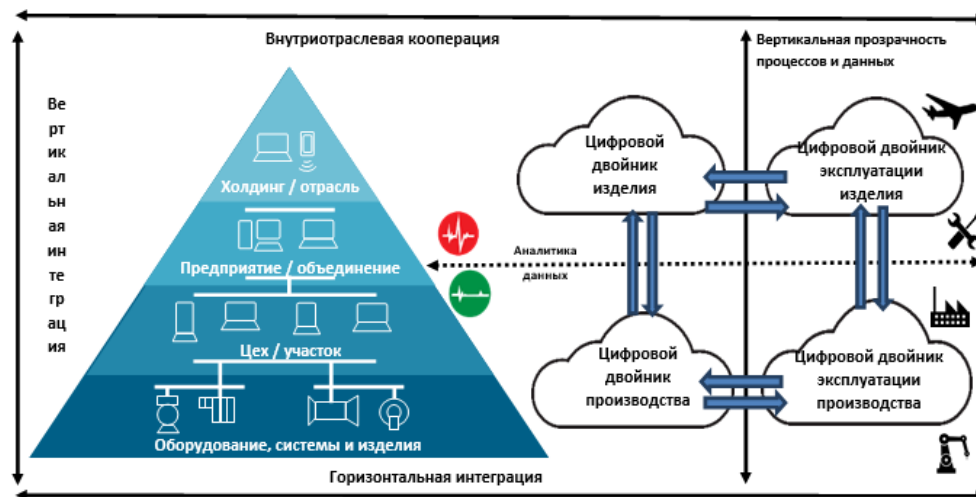


Рис. 1. Структура комплексного цифрового двойника изделия

Благодаря беспроводной связи ЦД образуется постоянный и достоверный цикл миграции и анализа данных, обеспечивая процессы контроля предъявляемых к разрабатываемому оборудованию требований, обновления и верификации данных. Применение PLM технологий и концепции комплексного цифрового двойника изделия позволяет на основе собранных и проанализированных данных жизненного цикла выпускаемой продукции ускорить разработку новых изделий, оптимизировать процесс проектирования, производства, а значит быстро внедрять принятые улучшения, снижая производственные, временные и финансовые издержки.

Литература

1. Ягопольский А.Г. , Андрюхин Н.Д. , Тутукин Д.Г.. Имитационное моделирование производственных систем машиностроительных производств. // Инновации и Инвестиции – 2020 - №11 – с.254-256.
2. Ягопольский А.Г., Домнышев А.А., Воронцов Е.А. Проблемы инновационного развития машиностроения России. // Инновации и Инвестиции - 2019 - №2 - с. 6-9.
3. Имитационное моделирование производственных систем предприятия Tecnomatix Plant simulation. Рамзаева Елена Анатольевна, Смелов Виталий Геннадьевич, Кокарева Виктория Валерьевна. Электронное методическое указание. - М.: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2013 г. - 51с.