ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ 430— 2020

Умное производство

ДВОЙНИКИ ЦИФРОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

Часть 2

Типовая архитектура

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации» (АО «ВНИИС») и Акционерным обществом «Российская венчурная компания» (АО «РВК»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 194 «Кибер-физические системы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2020 г. № 39-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: 121205 Москва, Инновационный центр Сколково, улица Нобеля, д. 1, e-mail: gost.e-ecolog.ru *в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: 109074 Москва, Китайгородский проезд, д. 7, стр. 1.*

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сокращения 2
5 Цели и задачи типовой архитектуры цифрового двойника производства 2
6 Типовая модель цифрового двойника производства 3
6.1 Общие положения 3
6.2 Типовая модель на основе доменов 3
6.3 Типовая модель на основе сущностей 5
6.4 Комбинированная типовая модель на основе доменов и сущностей 7
7 Представления типовой архитектуры цифрового двойника производства 8
7.1 Общие положения 8
7.2 Функциональное представление 8
7.3 Сетевое представление 10

Введение

Цифровой двойник производства представляет собой детальное моделирование конфигураций физических сущностей и динамическое моделирование изменений продукции, процесса и ресурсов в процессе производства.

Цифровой двойник производства основан на цифровой модели, которая постоянно обновляется и изменяется по мере изменения физического аналога с целью синхронного представления состояния, условий работы, конфигурации продукта и состояния ресурсов.

Представление цифрового двойника производства позволяет цифровому двойнику постоянно взаимодействовать с визуальными производственными элементами путем обмена эксплуатационными данными и данными об условиях эксплуатации.

С помощью представления цифрового двойника производства можно обнаружить аномалии в производственных процессах и достичь различных функциональных целей, таких как управление в режиме реального времени, аналитика в автономном режиме, проверка работоспособности, предиктивное обслуживание, синхронизированный мониторинг/оповещения, оптимизация управления производственным процессом (МОМ), адаптация процесса, анализ больших данных, машинное обучение и т. д.

Наглядность процесса и реализации, обеспечиваемые цифровым двойником производства, повышают деловое взаимодействие и множество других показателей эффективности.

В серии стандартов ПНСТ «Умное производство. Двойники цифровые производства» определена структура цифровых двойников производства как виртуального представления физических элементов производственного процесса, таких как персонал, продукты производства, активы и описание процессов. Цифровой двойник производства представляет собой детальное моделирование конфигураций физических сущностей и динамическое моделирование изменений продукта, процесса и ресурсов в процессе производства. Области применения четырех частей серии стандартов ПНСТ «Умное производство. Двойники цифровые производства» представлены ниже:

- часть 1. Общие положения.

В данном стандарте представлены общие положения и основополагающие принципы цифровых двойников производства, а также руководящие указания по созданию структуры цифровых двойников производства;

- часть 2. Типовая архитектура.

В данном стандарте определены цели и задачи типовой архитектуры, типовой модели и представления типовой архитектуры;

- часть 3. Цифровое представление физических производственных элементов.

В данном стандарте определены физические элементы структуры цифровых двойников производства, которые должны быть представлены в цифровых моделях;

- часть 4. Обмен информацией.

В данном стандарте установлены технические требования к синхронизации данных и обмену данными в рамках цифровых двойников производства.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Умное производство

ДВОЙНИКИ ЦИФРОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

Часть 2

Типовая архитектура

Smart manufacturing. Digital manufacturing twins. Part 2. Reference architecture

Срок действия — с 2021—01—01
до 2024—01—01

1 Область применения

В настоящем стандарте определена типовая архитектура цифровых двойников производства как виртуального представления элементов производственного процесса, таких как персонал, оборудование, процессы обработки материалов, предприятия и продукты.

В настоящем стандарте определены:

- цели и задачи типовой архитектуры;
- типовая модель;
- представления типовой архитектуры.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ПНСТ 420 (ИСО/МЭК 30141:2018) Информационные технологии. Интернет вещей. Типовая архитектура

ПНСТ 429 Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 1. Общие положения

ПНСТ 432 Умное производство. Двойники цифровые производства. Часть 4. Обмен информацией

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ПНСТ 429.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ASSD — субдомен приложений и сервисов (Application and Service Sub-Domain);

ASSE — сущность подсистемы приложений и сервисов (Application and Service Sub-system Entity);

CSE — кросс-системная сущность (Cross-System Entity);

DCDCD — домен сбора данных и управления устройствами (Data Collecting and Device Controlling Domain);

DCCE — сущность сбора данных и управления (Data Collecting and Controlling Entity);

DTRD — домен представления цифрового двойника (Digital Twin Representation Domain);

DTRE — сущность представления цифрового двойника (Digital Twin Representation Entity);

DTUE — сущность пользователя цифрового двойника (Digital Twin User Entity);

ERP — планирование ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning);

FE — функциональная сущность (Functional Entity);

LAN — локальная вычислительная сеть (Local Area Network);

MES — система управления производством (Manufacturing Execution System);

O&M — эксплуатация и управление (Operation and Management);

OMSD — субдомен эксплуатации и управления (Operation and Management Sub-Domain);

OMSE — сущность подсистемы эксплуатации и управления (Operation and Management Sub-system Entity);

PMD — домен физического производства (Physical Manufacturing Domain);

PME — сущность физического производства (Physical Manufacturing Entity);

RAISD — субдомен доступа к ресурсам и обмена данными (Resource Access and Interchange Sub-Domain);

RAISE — сущность подсистемы доступа к ресурсам и обмена данными (Resource Access and Interchange Sub-system Entity);

UD — домен пользователя (User Domain);

WLAN — беспроводная локальная сеть (Wireless Local Area Network);

ИВ — Интернет вещей (Internet of Things, IoT);

ЧПУ — числовое программное управление (Computer Numerical Control, CNC).

5 Цели и задачи типовой архитектуры цифрового двойника производства

Типовая архитектура цифрового двойника производства определяет типовые модели и представления архитектуры, а также общий структурированный подход к построению цифрового двойника производства.

Настоящий стандарт содержит описания:

- типовой модели цифрового двойника производства;
- представлений архитектуры с точки зрения функций и сетей.

Создание типовой архитектуры цифрового двойника производства на основе требований к типовой модели цифрового двойника производства и одному или нескольким архитектурным представлениям показано на рисунке 1.

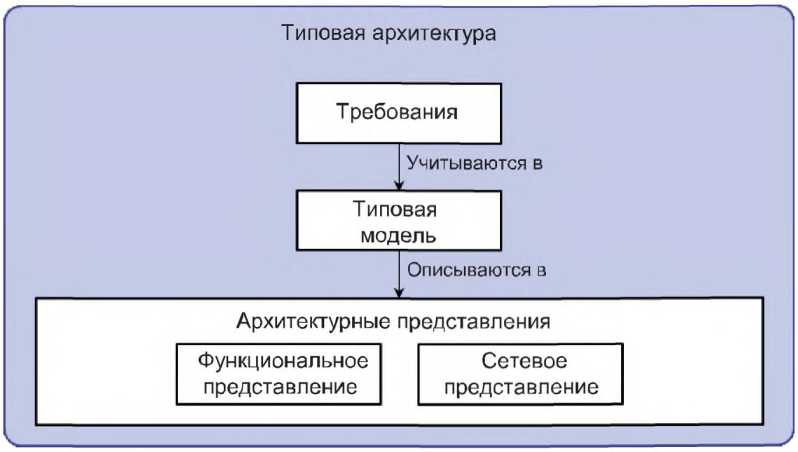

Рисунок 1 — Создание типовой архитектуры цифрового двойника производства

6 Типовая модель цифрового двойника производства

6.1 Общие положения

Для сбора и управления данными, а также в качестве концептуальной основы цифрового двойника производства используется Интернет вещей (ИВ).

В ПНСТ 420 определена типовая модель ИВ, включая типовую модель на основе доменов и типовую модель на основе сущностей. В настоящем стандарте определена типовая модель цифрового двойника производства на основе типовой модели ИВ.

6.2 Типовая модель на основе доменов

6.2.1 Домены структуры цифрового двойника производства

На рисунке 2 показана типовая модель структуры цифрового двойника производства на основе доменов. Доменами архитектуры именуют предметные области архитектуры. Такая категоризация помогает предприятиям обнаруживать излишние технологии, продукты и конфигурации, а также позволяет идентифицировать возможности многократного использования элементов технологической архитектуры. Субдомен — это домен, являющийся частью домена более высокого уровня.

Типовая модель на основе доменов подходит для описания различных задач, которые должны быть выполнены на отдельных производственных участках с учетом логического, а иногда и физического разделения. В основном домены используют для разделения функций по зонам ответственности.

Домены структуры цифрового двойника производства подразделяют на четыре категории в соответствии с задачами и функциями, находящимися в зоне ответственности каждого домена.

Доменами структуры цифрового двойника производства являются:

- домен сбора данных и управления устройствами (DCDCD);
- домен представления цифрового двойника (DTRD), состоящий из субдомена эксплуатации и управления (OMSD), субдомена приложений и сервисов (ASSD) и субдомена доступа к ресурсам и обмена данными (RAISD);
- домен пользователя (UD).

Несмотря на то что домен физического производства (PMD) не является доменом структуры цифрового двойника производства, PMD включен в настоящий стандарт для представления всей типовой архитектуры цифрового двойника производства.

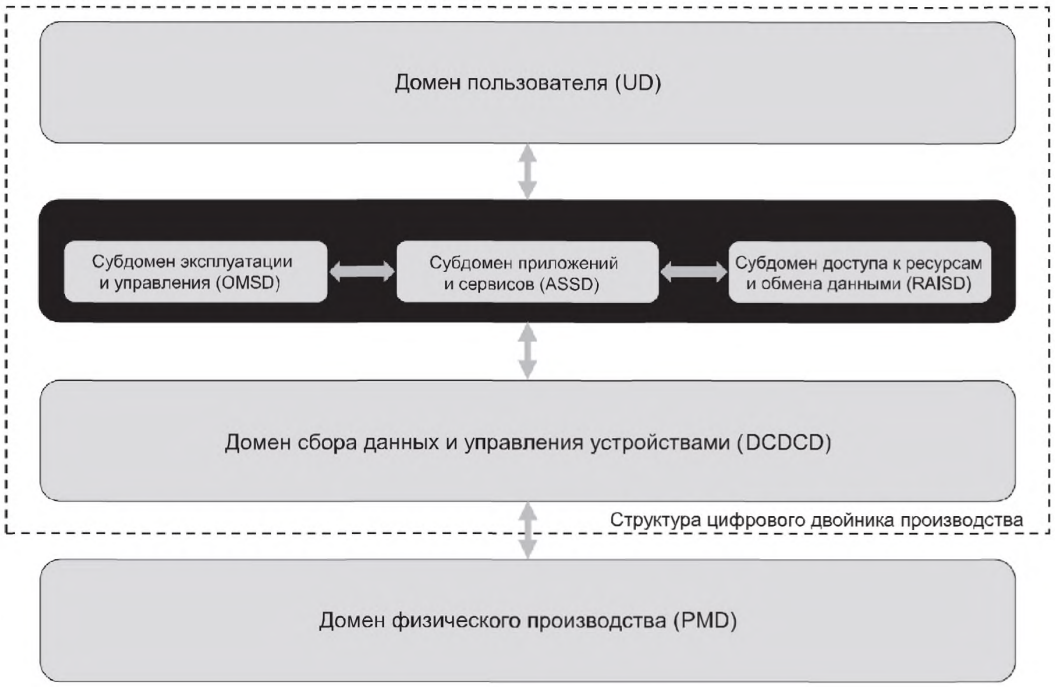

Рисунок 2 — Типовая модель цифрового двойника производства на основе доменов

Указанная классификация основана на логической группировке задач и функций, которые выполняются сущностями структуры цифрового двойника производства (см. 6.3) и функциональными сущностями (FE) (см. 7.2). Сущности в домене взаимодействуют с другими сущностями посредством сетей (см. 7.3).

6.2.2 Домен физического производства (PMD)

PMD состоит из физических производственных ресурсов, таких как персонал, оборудование и материалы. PMD является основной средой эксплуатации структуры цифрового двойника производства, данные об условиях которой должны считываться и отслеживаться для сбора и управления данными. PMD не входит в структуру цифрового двойника производства.

Пример — Примером PMD является производственный участок станка в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.2.3 Домен сбора данных и управления устройствами (DCDCD)

DCDCD отслеживает и считывает условия PMD для сбора данных и управления устройствами, такими как датчики, камеры, исполнительные устройства и другие составные устройства. DCDCD связывает наблюдаемые производственные элементы с цифровыми сущностями и, наоборот, для их синхронизации. DCDCD может физически существовать в том же домене, что и PMD, однако логически они разделены.

Пример — Примером DCDCD является устройство управления станком в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.2.4 Домен представления цифрового двойника (DTRD)

6.2.4.1 Субдомен эксплуатации и управления (OMSD)

OMSD отвечает за эксплуатацию и управление всего DTRD, включая подготовку, управление, отслеживание и оптимизацию DTRD. В OMSD осуществляется цифровое моделирование, представление и синхронизация наблюдаемого производственного элемента.

Пример — Примером OMSD является производственный участок сервера управления внедрением цифрового двойника производства в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.2.4.2 Субдомен приложений и сервисов (ASSD)

Приложения и сервисы цифрового двойника производства, такие как эмуляция, анализ и т. д., находятся в ASSD. Сущности в ASSD взаимодействуют с сущностями в OMSD, отвечающими за управление DTRD. Кроме того, сущности в ASSD могут взаимодействовать с внешними сущностями через RAISD, который управляет взаимодействием с внешними сущностями, такими как одноранговый DTRD.

Пример — Примером ASSD является производственный участок сервера эмуляции цифрового двойника в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.2.4.3 Субдомен доступа к ресурсам и обмена данными (RAISD)

RAISD управляет доступом к сущностям структуры цифрового двойника производства и взаимодействием с внешними сущностями, такими как одноранговый DTRD, обеспечивая их совместимость.

Пример — Примером RAISD является производственный участок сервера аутентификации и авторизации в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.2.5 Домен пользователя (UD)

В структуре цифрового двойника производства пользователями могут быть человек, устройство или система, которая использует приложения и сервисы, предоставляемые DTRD. Даже если пользователем является человек, он должен взаимодействовать с DTRD с помощью определенного устройства.

Пример — Примером UD является производственный участок конечного пользователя приложений и сервисов цифрового двойника в соответствии с пространственным/логическим/функциональным разделением.

6.3 Типовая модель на основе сущностей

6.3.1 Сущности структуры цифрового двойника производства

Типовая модель на основе сущностей определяет структуру цифрового двойника производства на уровне системы в сочетании с концепцией на базе доменов, что позволяет понять, из каких именно систем состоит структура цифрового двойника производства.

На рисунке 3 представлена типовая модель цифрового двойника производства на основе сущностей. Комбинацию OMSE, ASSE и RAISE именуют сущностями представления цифрового двойника, потому что она в цифровом виде представляет физические производственные ресурсы как цифровых двойников производства и поддерживает их работу.

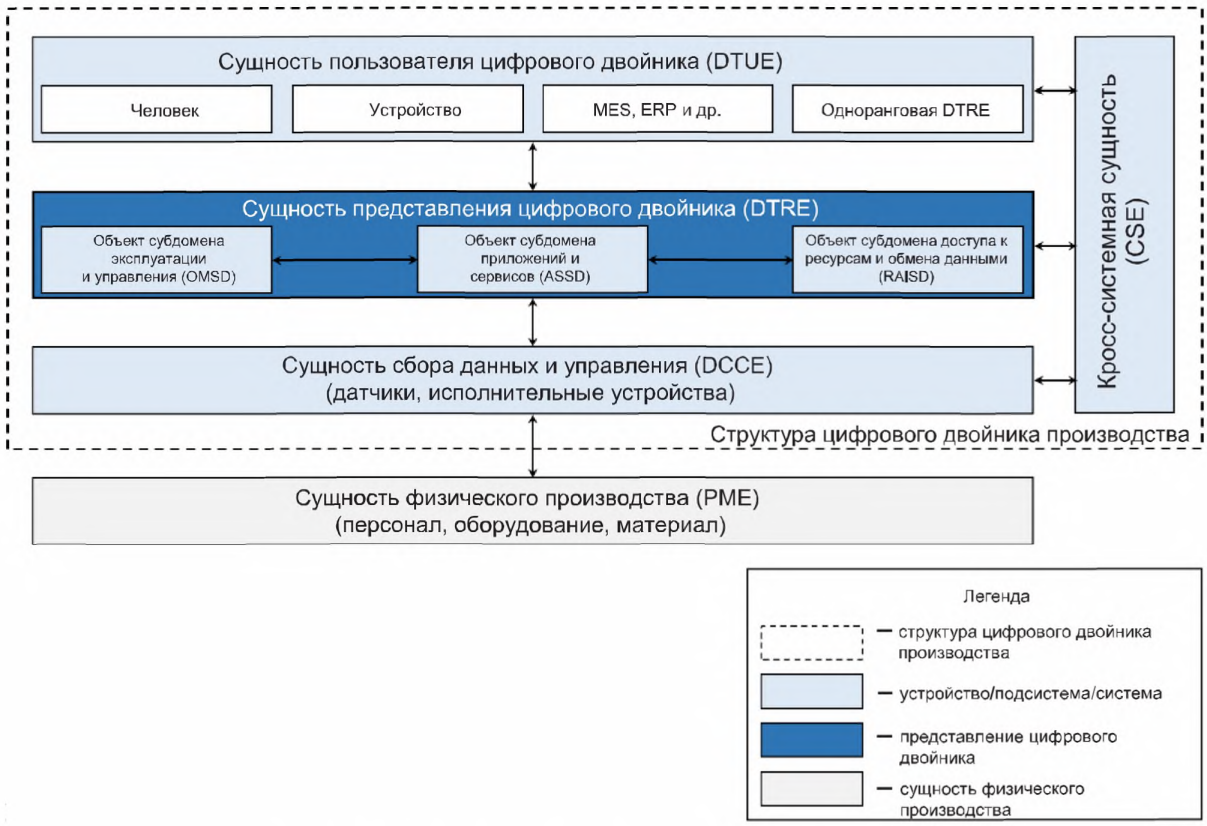

Рисунок 3 — Типовая модель цифрового двойника производства на основе сущностей

6.3.2 Сущность физического производства (PME)

PME именуют наблюдаемой производственной сущностью в процессе производства, которая должна отслеживаться и данные о состоянии которой должны считываться, а также которая может приводиться в действие и управляться DCCE. PME включает в себя персонал, оборудование, материал и т. д.

6.3.3 Сущность сбора данных и управления (DCCE)

DCCE отслеживает, считывает данные о состоянии, управляет, приводит в действие PME и т. д. и, следовательно, включает в себя датчики, исполнительные устройства и контроллеры.

DCCE взаимодействует с сущностями представления цифрового двойника (DTRE), т. е. OMSE, ASSE и RAISE, для создания, синхронизации и управления цифровыми двойниками, а именно цифровыми сущностями наблюдаемых производственных элементов.

6.3.4 Сущность представления цифрового двойника (DTRE)

6.3.4.1 Сущность подсистемы эксплуатации и управления (OMSE)

OMSE использует и управляет DTRE. OMSE должна сохранять данные о наблюдаемом производственном элементе в процессе производства и проектирования, включая цифровое моделирование, представление и синхронизацию.

Кроме того, OMSE обеспечивает возможность использования и управления всего DTRE, например предоставление DTUE функций администрирования.

6.3.4.2 Сущность подсистемы приложений и сервисов (ASSE)

DTRE предоставляет различные приложения и сервисы, включая эмуляцию производственной системы, анализ данных, полученных от PME, отчетность о действиях, таких как производство и т. д. ASSE предоставляет функциональные возможности, связанные с приложениями и сервисами, а также поддержку.

6.3.4.3 Сущность подсистемы доступа к ресурсам и обмена данными (RAISE)

RAISE предоставляет доступ DTUE к функционалу DTRE с управляемыми интерфейсами для приложений и сервисов, функций администрирования и бизнес-функций для обеспечения совместимости. Функции управления доступом и обмена данными могут различаться в зависимости от типа DTUE, требующего аутентификации, авторизации и других необходимых действий.

6.3.5 Сущность пользователя цифрового двойника (DTUE)

Как показано на рисунке 3, DTUE могут быть человек, устройство и система, например MES, ERP и даже одноранговый DTRE. DTUE должен обладать соответствующим интерфейсом, в котором специфические возможности приложения предоставляются базовым приложением, которое взаимодействует с DTRE с помощью API, управляемым RAISE.

6.3.6 Кросс-системная сущность (CSE)

CSE именуют сущность, которая находится в разных доменах, а также входит в структуру цифрового двойника производства для обеспечения общих функциональных возможностей, таких как обмен данными, проверка данных, обеспечение безопасности и т. д.

6.4 Комбинированная типовая модель на основе доменов и сущностей

На рисунке 4 представлена комбинированная типовая модель на основе доменов и сущностей. Домены и сущности могут быть расширены, объединены или добавлены в типовую модель в зависимости от сценариев использования.

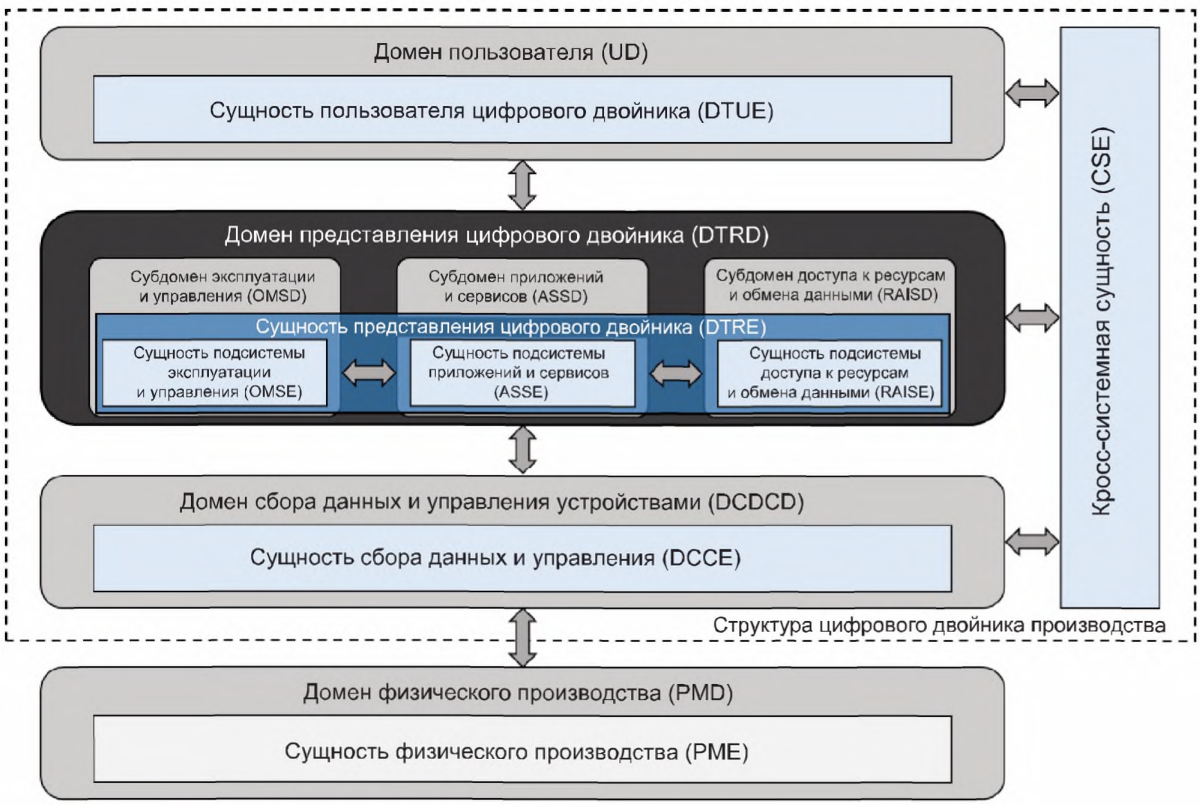

Рисунок 4 — Комбинированная типовая модель цифрового двойника производства на основе доменов и сущностей

7 Представления типовой архитектуры цифрового двойника производства

7.1 Общие положения

В настоящем подразделе представлены функциональное и сетевое представления архитектуры цифрового двойника производства на основе типовой архитектуры ИВ.

7.2 Функциональное представление

7.2.1 Функциональное представление типовой архитектуры

На рисунке 5 показано функциональное представление типовой архитектуры, отвечающей требованиям ПНСТ 420.

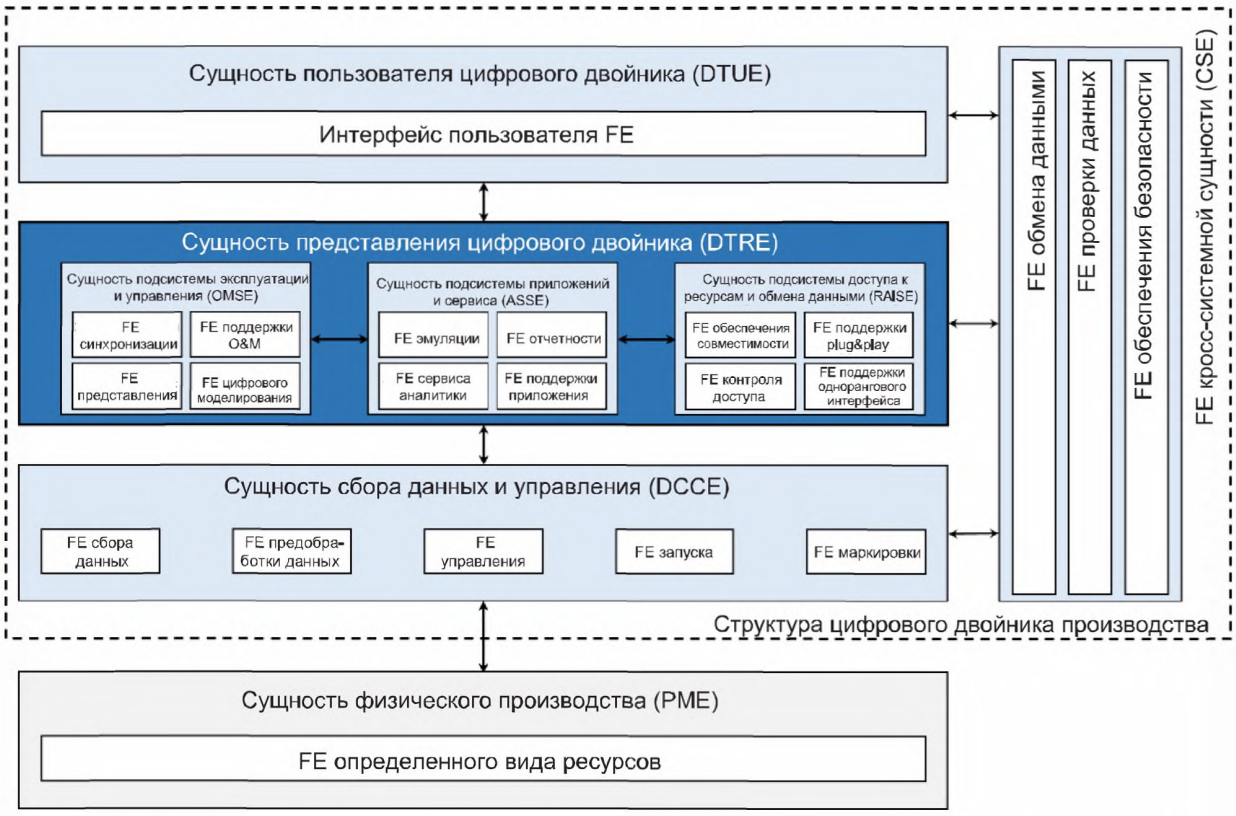

Рисунок 5 — Функциональное представление типовой архитектуры цифрового двойника производства, декомпозированное на функциональные сущности (FE)

7.2.2 Функциональная сущность в PME

FE определенного вида ресурсов является ресурсом физического производства конкретных функциональных сущностей. Поэтому данная FE может поддерживать различные функции в соответствии с его возможностями. Данная FE выходит за рамки области применения настоящего стандарта.

7.2.3 Функциональная сущность в DCCE

7.2.3.1 FE сбора данных

FE сбора данных обеспечивает функционал сбора данных от PME.

7.2.3.2 FE предобработки данных

FE предобработки данных обеспечивает функционал предобработки собранных данных, например фильтрацию и объединение.

7.2.3.3 FE управления

FE управления обеспечивает функционал управления PME по запросу DTRE.

7.2.3.4 FE запуска

FE запуска обеспечивает приведение PME в действие по запросу DTRE аналогично FE управления.

7.2.3.5 FE маркировки

FE маркировки обеспечивает использование функционала идентификации PME и его данных, подлежащих сбору и контролю.

7.2.4 Функциональная сущность в DTRE

7.2.4.1 Функциональная сущность в OMSE

7.2.4.1.1 FE синхронизации

FE синхронизации обеспечивает функционал синхронизации статуса визуализированной цифровой сущности со статусом наблюдаемого производственного элемента, или наоборот.

7.2.4.1.2 FE представления

FE представления вместе с FE цифрового моделирования обеспечивает функционал представления наблюдаемого производственного элемента в виде цифровой сущности.

7.2.4.1.3 FE цифрового моделирования

FE цифрового моделирования обеспечивает функционал интерпретации данных о наблюдаемом производственном элементе для понимания его физических свойств, статуса и т. д.

7.2.4.1.4 FE поддержки O&M

FE поддержки O&M предоставляет функциональные возможности для использования и управления DTRE.

7.2.4.2 Функциональная сущность в ASSE

7.2.4.2.1 FE эмуляции

FE эмуляции предоставляет функциональные возможности для эмуляции.

7.2.4.2.2 FE сервиса аналитики

FE сервиса аналитики предоставляет функционал для анализа данных, полученных от PME, и результата эмуляции.

7.2.4.2.3 FE отчетности

FE отчетности предоставляет функционал составления отчета о результатах производства, анализа эмуляции и т. д.

7.2.4.2.4 FE поддержки приложений

FE поддержки приложений обеспечивает функционал хостинговой платформы для реализации предиктивных и реактивных, открытых и закрытых приложений (например, Node.js).

7.2.4.3 Функциональная сущность в RAISE

7.2.4.3.1 FE обеспечения совместимости

FE обеспечения совместимости вместе с FE однорангового интерфейса предоставляют функционал взаимодействия с другими DTRE.

7.2.4.3.2 FE контроля доступа

FE контроля доступа вместе с FE обеспечения безопасности предоставляют функционал управления доступом DTUE к PME.

7.2.4.3.3 FE поддержки plug&play

FE поддержки plug&play вместе с FE поддержки O&M обеспечивает функционал динамического использования PME, т. е. присоединение и выход из структуры цифрового двойника производства в процессе выполнения.

7.2.4.3.4 FE однорангового интерфейса

FE однорангового интерфейса вместе с FE обеспечения совместимости обеспечивают функционал взаимодействия с другими DTRE.

7.2.5 Функциональная сущность в DTUE

7.2.5.1 FE пользовательского интерфейса

FE пользовательского интерфейса обеспечивает совместимость DTUE с DTRE.

7.2.6 Функциональный субъект в CSE

7.2.6.1 FE обмена данными

FE обмена данными обеспечивает функционал обмена данными между субъектами структуры цифрового двойника производства по соответствующим сетевым протоколам.

7.2.6.2 FE проверки данных

FE проверки данных вместе с FE обеспечения безопасности обеспечивают точность и целостность данных.

7.2.6.3 FE обеспечения безопасности

FE обеспечения безопасности обеспечивает функциональные возможности обеспечения безопасности структуры цифрового двойника производства, включая аутентификацию, авторизацию, конфиденциальность, целостность и т. д.

7.3 Сетевое представление

7.3.1 Сетевое представление типовой архитектуры

Сетевое представление типовой архитектуры определяет сети передачи данных в структуре цифрового двойника производства.

На рисунке 6 представлены три основные сети передачи данных комбинированной типовой модели на основе доменов и сущностей (подраздел 6.4) в структуре цифрового двойника производства. Основная роль сетей передачи данных заключается в обеспечении связи и обмена данными между сущностями в различных доменах.

DCCE физически соединен или интегрирован с PME, поэтому сеть передачи данных между этими двумя сущностями не рассматривается в настоящем стандарте.

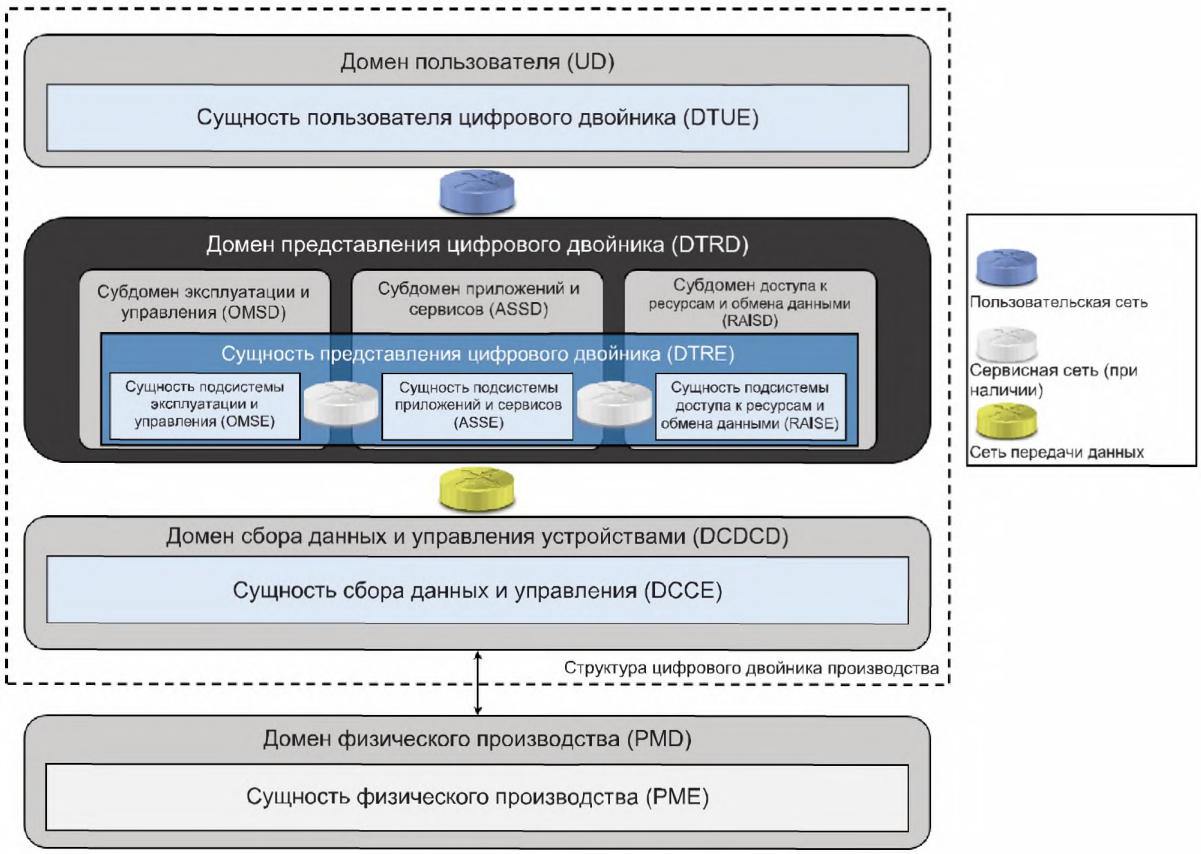

Рисунок 6 — Сетевое представление типовой архитектуры цифрового двойника производства

7.3.2 Сеть передачи данных

Сеть передачи данных соединяет DCCE в DCDCD с DTRD, т. е. с сущностями в OMSD, ASSD и RAISD. Через эту сеть DCCE передает данные, собранные от PME, соответствующим сущностям в OMSD, ASSD и RAISD. Кроме того, информация для управления ресурсами физического производства поступает в DCCE от сущностей в OMSD, ASSD и RAISD.

Типичными примерами сети передачи данных могут быть проводная сеть, такая как LAN, беспроводная сеть, такая как WLAN, и мобильная (сотовая) сеть, которые, как правило, принимают протоколы передачи данных на основе IP независимо от типа сети.

Обмен данными между DCCE и DTRE по сети передачи данных обеспечивается соответствующим протоколом передачи данных. Например, в качестве протокола обмена данными могут быть использованы MTConnect и OPC-UA. В ПНСТ 432 представлены требования к обмену данными по сети передачи данных. Однако если DCDCE и DTRE находятся в одной системе, то необходимость в сети передачи данных может отсутствовать.

7.3.3 Сервисная сеть (при наличии)

Сервисная сеть соединяет OMSE, ASSE и RAISE в OMSD, ASSD и RAISD друг с другом соответственно, как правило, посредством проводных сетей, работающих по протоколам на основе IP.

Сервисная сеть может включать в себя как обычный Интернет, так и (частный) интранет в том случае, если DTRD находится в одном частном домене, даже в одной системе. В этом случае сервисная сеть не требуется, и выделенные соединения могут быть использованы в одном частном домене, соединяющем различные сущности, а также для связи внутри одной системы. В ПНСТ 432 представлены требования к обмену данными по сервисной сети.

7.3.4 Пользовательская сеть

Пользовательская сеть соединяет DTUE с DTRD. В том случае, если DTUE является MES, ERP или другой системой управления производством или даже структурой другого цифрового двойника производства, этот тип DTUE подключается к RAISE в RAISD по пользовательской сети.

Пользовательская сеть, как правило, использует Интернет и IP. Такие сети могут применять любую из технологий как используемую для обмена данными. В ПНСТ 432 представлены требования, предъявляемые к обмену данными по пользовательской сети.

УДК 004.738:006.354 ОКС 25.040.01

Ключевые слова: Интернет вещей, цифровой двойник производства, структура цифрового двойника производства, типовая архитектура

БЗ 9—2020

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 11.08.2020. Подписано в печать 18.08.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru