ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ 431— 2020

Умное производство

ДВОЙНИКИ ЦИФРОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

Часть 3

Цифровое представление физических производственных элементов

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. № 40-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 1
4 Сокращения 1
5 Производственные элементы 2
6 Информация производственных элементов 2
6.1 Статическая и динамическая информация производственных элементов 2
6.2 Персонал 3
6.3 Оборудование 4
6.4 Сырье 5
6.5 Процесс 5
6.6 Инфраструктура 6
6.7 Условия эксплуатации 7
6.8 Продукт 8
Приложение А (справочное) Существующие технологии представления производственных элементов 9
Приложение Б (справочное) Пример языка разметки связи между бизнесом и производством (B2MML) 10
Библиография 12

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, предикативное 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 3

Цифровое представление физических производственных элементов

Smart manufacturing. Digital manufacturing twins.
Part 3. Digital representation of physical manufacturing elements

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

1 Область применения

В настоящем стандарте определены производственные элементы, которые должны быть представлены в цифровых двойниках производства.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:
ПНСТ 429 Умное производство. Цифровые двойники. Часть 1. Общие положения

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.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ПНСТ 429.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применено следующее сокращение:

KPI — ключевой показатель эффективности (Key Performance Index).

Издание официальное

5 Производственные элементы

Производственные элементы представляют собой информацию о производственных ресурсах, таких как персонал, оборудование, материалы, процессы, инфраструктура и продукты. На рисунке 1 показаны производственные элементы на функциональном представлении типовой архитектуры цифрового двойника производства. Сущность физического производства (PME) включает в себя производственные элементы, которые должны отслеживаться и данные о состоянии которых должны считываться, а также те, которые могут приводиться в действие и управляться сущностью сбора данных и управления (DCCE). Сущность представления цифрового двойника (DTRE) включает в себя цифровую модель производственных элементов.

Для цифрового представления производственного элемента он должен быть смоделирован на основании данных, связанных с производственными элементами. Данные могут быть статическими и динамическими. Начальная конфигурация производственного элемента статична, однако непрерывные изменения в производственных процессах динамичны. Эти данные анализируют и используют для цифрового представления производственных элементов с помощью DTRE.

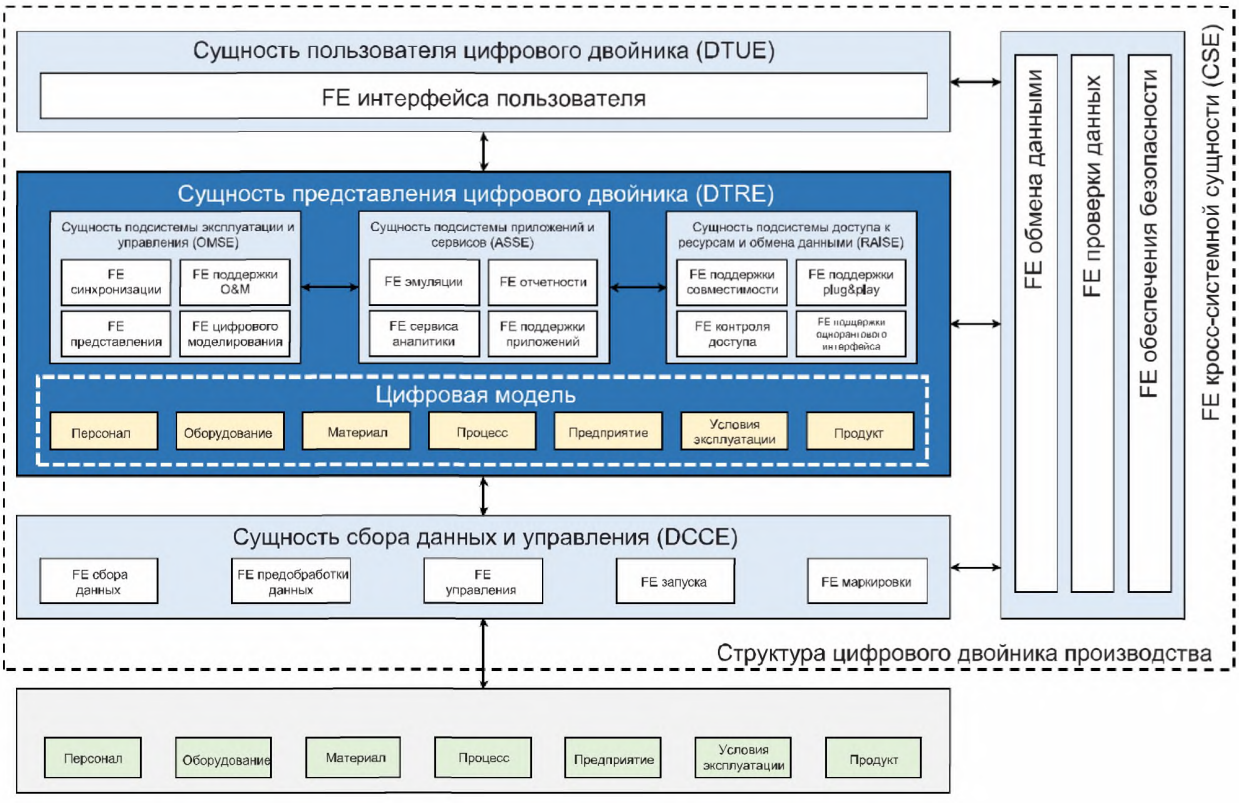

Рисунок 1 — Производственные элементы в типовой архитектуре цифрового двойника производства

6 Информация производственных элементов

6.1 Статическая и динамическая информация производственных элементов

Статическая информация представляет собой исходную/статическую/медленно изменяющуюся конфигурацию, например: маркировку, характеристики, рабочий график и взаимосвязь с другими производственными элементами, как показано на рисунке 2 между производственным элементом *A* и производственным элементом *B*.

Динамическая информация представляет собой динамические изменения, наблюдаемые в производственных процессах, например: текущее состояние, местоположение, отчет и взаимосвязь с другими производственными элементами.

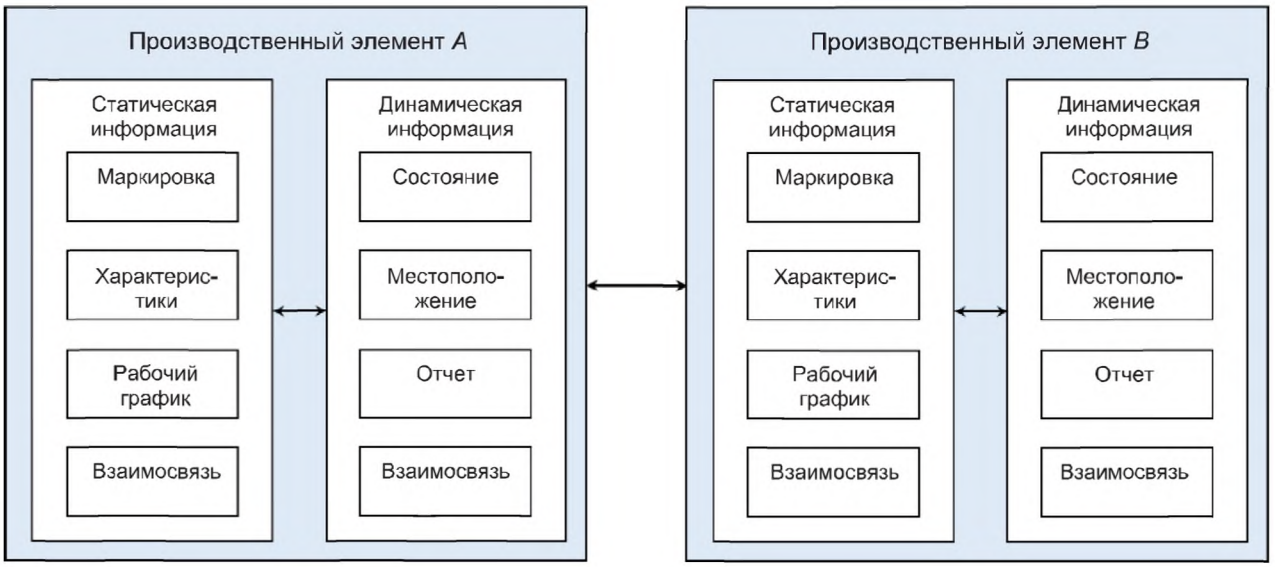

Рисунок 2 — Информация производственных элементов

6.2 Персонал

Примеры статической информации о персонале представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Примеры статической информации о персонале

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения персонала	Номер сотрудника
Характеристики	Классификация персонала	Квалификация. Наличие лицензии. Сертификационный уровень. Техник/инженер. Старший сотрудник/руководитель
График	График работы персонала	Рабочий график
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь персонала и других производственных элементов	Сотрудник #1 является руководителем сотрудника #2

Примеры динамической информации о персонале представлены в таблице 2.

Таблица 2 — Примеры динамической информации о персонале

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус персонала	Работа/перерыв
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Сотрудник #1: цех #3 на расстоянии 50 см от робота #2
Отчет	Отчет о работе персонала	14 мая 2020 г.: несколько часов работы
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь персонала и других производственных элементов	Сотрудник #1 и сотрудник #2 работают в цехе #3. Сотрудник #1 и сотрудник #2 находятся в 70 см от станка #2

Примечания

1 На некоторых рабочих местах должен быть необходимый минимум персонала по соображениям безопасности.

2 Существуют различные виды датчиков для определения маркировки, местоположения, движения и изображения производственных элементов.

3 Для производственных элементов могут быть рассчитаны и представлены KPI (включая производительность и коэффициент брака).

6.3 Оборудование

Примеры статической информации об оборудовании представлены в таблице 3.

Таблица 3 — Примеры статической информации об оборудовании

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения оборудования	Серийный номер
Характеристики	Классификация оборудования	Фрезеровальное. Токарное. Шлифовальное. Прессующее
График	График работы оборудования	График работы. График технического обслуживания
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь оборудования и других производственных элементов	Станок #1 обрабатывает материал #2

Примеры динамической информации об оборудовании представлены в таблице 4.

Таблица 4 — Примеры динамической информации об оборудовании

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус оборудования	Включено/выключено. Работа/сбой. Производительность (потребление энергии, объем производства). Температура, давление, звук/шум
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Станок #2: цех #2 в помещении #3

Окончание таблицы 4

Атрибут	Описание	Пример
Отчет	Отчет о работе оборудования	14 мая 2020 г. с 9.00 утра до 18.00 вечера: регулярное техническое обслуживание. 14 мая 2020 г. в 11.00 утра: сообщение о высокой температуре станка #1
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь оборудования и других производственных элементов	Станком #1 управляет сотрудник #2 на производственном участке #5

6.4 Сырье

Примеры статической информации о сырье представлены в таблице 5.

Таблица 5 — Примеры статической информации о сырье

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения сырья	Штрих-код. RFID-метка
Характеристики	Классификация сырья	Обращаться с осторожностью/хрупкое сырье. Токсичное. Жидкость/твердое тело/газ. Пластмасса/сталь/резина/порошок
График	График использования сырья	График ввода. График закупок. График входного/выходного потока сырья
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь сырья и других производственных элементов	Сырьем #1 распоряжается сотрудник квалификации #2

Примеры динамической информации о сырье представлены в таблице 6.

Таблица 6 — Примеры динамической информации о сырье

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус сырья	Протестировано. Пригодно для использования. Жидкость/твердое тело/газ
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Сырье #1: полка #3 на складе #2
Отчет	Отчет об использовании сырья	14 мая 2020 г.: 8 кг сырья #2 использовано в цехе #2
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь сырья и других производственных элементов	Сырье #1 используется сотрудником #3 квалификации #2 на производственном участке #5

6.5 Процесс

Примеры статической информации о процессе представлены в таблице 7.

Таблица 7 — Примеры статической информации о процессе

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения процесса	Идентификатор процесса
Характеристики	Классификация процесса	Производство/обслуживание/оценка качества/ инвентаризация. Фрезерование/сверление. Побочный процесс
График	График выполнения процесса	Периодический/однократный/ ограниченный в течение определенного периода времени
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь процесса и других производственных элементов	Производственным процессом #1 управляет сотрудник квалификации #3

Примеры динамической информации о процессе представлены в таблице 8.

Таблица 8 — Примеры динамической информации о процессе

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус процесса	Запланирован. Выполняется. Завершен/не завершен
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Процесс #1: станок #2 в помещении #3
Отчет	Рабочий отчет о процессе	14 мая 2020 г.: станок #2 завершил процесс фрезерования #5
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь процесса и других производственных элементов	Процессом фрезерования #1 занимается сотрудник #3 квалификации #2 на производственном участке #5

6.6 Инфраструктура

Примеры статической информации об инфраструктуре представлены в таблице 9.

Таблица 9 — Примеры статической информации об инфраструктуре

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения инфраструктурного элемента, включая условия эксплуатации, энергию и т. д.	Серийный номер. Количество инфраструктурных элементов
Характеристики	Классификация инфраструктурного элемента	Кондиционирование/вентиляция воздуха
График	График работы инфраструк-турного элемента	Периодический/однократный/ограниченный в течение определенного периода времени
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь инфраструктурного элемента и других производственных элементов	Инфраструктурным элементом #1 управляет сотрудник квалификации #3, когда температура превышает допустимые пределы

Примеры динамической информации об инфраструктуре представлены в таблице 10.

Таблица 10 — Примеры динамической информации об инфраструктуре

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус инфраструктурного элемента	Нормальный/аномальный
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Инфраструктурный элемент #2: комната #3
Отчет	Рабочий отчет об инфраструктурном элементе	14 мая 2020 г. в 9.00 утра: сообщение о высокой температуре инфраструктурного элемента #2. 14 мая 2020 г. в 10.00 утра: сотрудник #3 включил инфраструктурный элемент #3 (кондиционер воздуха)
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь инфраструктурного элемента и других производственных элементов	Станок #3 использует инфраструктурный элемент #2 (кондиционер воздуха) в процессе фрезерования #3 в комнате #2 для поддержания температуры 20 °С

6.7 Условия эксплуатации

Примеры статической информации об условиях эксплуатации представлены в таблице 11.

Таблица 11 — Примеры статической информации об условиях эксплуатации

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения условий эксплуатации, включая время и местоположение	Совокупность времени, идентификатора датчика и значения, показываемого датчиком. Совокупность времени и потребления энергии, кВт.ч
Характеристики	Классификация условий эксплуатации	Температура/влажность/освещенность
График	Рабочий график условий эксплуатации	Периодический/однократный/ограниченный в течение определенного периода времени
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь условий эксплуатации и других производственных элементов	В помещении #2 в процессе производства должна поддерживаться температура 20 °С

Примеры динамической информации об условиях эксплуатации представлены в таблице 12.

Таблица 12 — Примеры динамической информации об условиях эксплуатации

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус условий эксплуатации	Нормальный/аномальный
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	14 мая 2020 г. в 10.00 утра: в помещении #3 температура #2 25 °С
Отчет	Рабочий отчет об условиях эксплуатации	14 мая 2020 г. в 9.00 утра: сообщение о высокой температуре #2 30 °С в помещении #2
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь условий эксплуатации и других производственных элементов	14 мая 2020 г. в 10.00 утра: сотрудник #3 включил инфраструктуру #3 (кондиционер воздуха) для понижения температуры #2 до 20 °С

6.8 Продукт

Примеры статической информации о продукте представлены в таблице 13.

Таблица 13 — Примеры статической информации о продукте

Атрибут	Описание	Пример
Маркировка	Информация для обозначения продукта	Модель продукта. Серийный номер
Характеристики	Классификация продукта	Габариты. Цвет
График	График производства продукта	Периодический/однократный/ограниченный в течение определенного периода времени
Взаимосвязь	Статическая взаимосвязь продукта и других производственных элементов	Продукт #1 производят на станке #3

Примеры динамической информации о продукте представлены в таблице 14.

Таблица 14 — Примеры динамической информации о продукте

Атрибут	Описание	Пример
Статус	Статус продукта	В процессе производства. В настоящий момент установлено 300 из 312 крепежных деталей
Местоположение	Информация о местоположении (географическое/относительное местоположение)	Продукт #2: склад #3
Отчет	Рабочий отчет о продукте	14 мая 2020 г. в 9.00 утра: Продукт #2 прошел проверку качества #5. 14 мая 2020 г. в 10.00 утра: продукт #2 перемещен на склад #3
Взаимосвязь	Динамическая взаимосвязь продукта и других производственных элементов	Продукт #3 проходит процесс фрезерования #3 на станке #2

Приложение А
(справочное)

Существующие технологии представления производственных элементов

Действующие стандарты и спецификации, в том числе серии стандартов [1]—[6], могут быть использованы для представления производственных элементов.

В [1], [2] [стандарты обмена данными модели продукта (STEP)] определены представление данных о продукте, пригодное для интерпретирования компьютером, и обмен данными о продукте и процессе. Целью [1], [2] является создание инвариантного механизма, позволяющего описывать продукты и процессы их производства на протяжении всего жизненного цикла. Такой механизм пригоден не только для обмена инвариантными файлами, но и для создания баз данных о продуктах и совместного использования этих баз и архивации соответствующих данных. Серии стандартов, определяющих формат STEP, применяют для обмена данными между системами CAD/CAM и между системами CAD/CAM и производственными системами. Модели данных в [1], [2] описаны с использованием схем, определенных на языке EXPRESS.

В [1] определен протокол приложения (AP) для обработки цифровым контроллером и связанных с ней процессов и включает требования к данным, определенные [7] для модели данных для цифровых контроллеров, дополненной данными о геометрической форме продукта, его геометрических размерах и допусках размеров, а также информацией об управлении данными продукта [1].

В [2] определен прикладной протокол для управляемого проектирования на основе 3D-модели. Область применения настоящего стандарта включает продукцию производителей автомобильной, аэрокосмической и других машиностроительных отраслей и их поставщиков, технические данные и данные о продукте, управление данными о продукте, конструкцию механических продуктов, кинематику, описание геометрических форм и допусков размеров, а также конструкции из композиционных материалов [2]. Для представления моделей данных и 3D-проектирования производственных элементов могут быть использованы [1], [2].

Кроме того, в [4] приведена стандартная терминология для взаимодействия поставщика и производителя, а также описаны стандартные модели данных и модели сущностей для интеграции систем управления с системами предприятия для улучшения взаимодействия между всеми задействованными производственными элементами. [9] является XML-реализацией [3], описывающей интеграцию системы управления предприятием, и состоит из набора XML-схем, написанных с использованием языка XML Schema (XSD) Консорциума Всемирной паутины и реализующих модели данных в [3].

Язык разметки автоматизации (AML) описывает формат обмена данными с использованием XML-схемы [4]. AML разработан для поддержки обмена данными и обеспечения взаимосвязи на неоднородном множестве инструментальных средств инженерии в различных областях. Для представления формата обмена данными между производственными элементами может быть использован [4].

В [5] описаны представление данных по режущим инструментам и зажимным компонентам для интерпретирования компьютером и обмен этими данными, а также определен справочный словарь по режущим элементам, элементам резцов, адаптивным элементам и т. д. Кроме того, [5] может быть использован для предоставления и обмена данными по режущим инструментам.

Десятки тысяч классов продуктов и уникальных свойств, включая деятельность по закупке, хранению, производству и сбыту, определены в [6], который может быть также использован для установления классов и свойств производственных элементов.

Каждая технология имеет свои особенности для цифрового представления производственных элементов. Разработчики цифровых двойников производства должны тщательно продумывать, какие из них следует использовать для целевых приложений.

Приложение Б
(справочное)

Пример языка разметки связи между бизнесом и производством (B2MML)

На рисунке Б.1 показано, как документ [9] с описанием продукта может быть встроен в структуру MTConnect для создания структуры [9] описания продукта, определенной в [10].

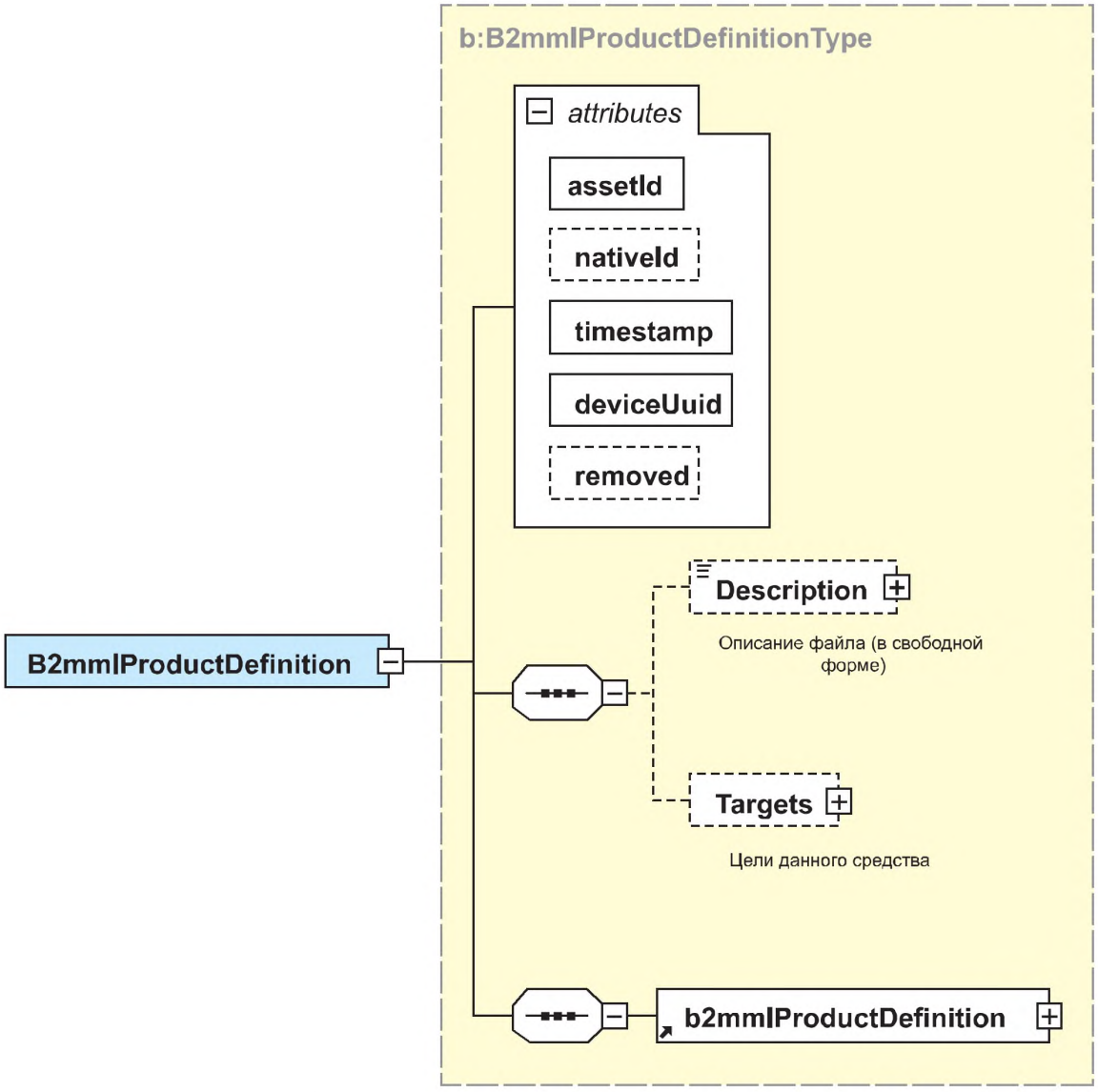

Рисунок Б.1 — Тип B2MML описания продукта [9]

Полученная структура MTConnect, в том числе B2MML средства описания продукта, представлена следующим образом [9]:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<MTConnectAssets
xsi:schemaLocation="urn:mtconnect.org:B2MML:1.3/schemas/B2MML_1.3.xsd"
        xmlns:b="urn:mtconnect.org:B2MML:1.3"
        xmlns:xsi="gost.e-ecolog.ru
        xmlns="urn:mtconnect.org:MTConnectAssets:1.3"
        xmlns:m="urn:mtconnect.org:MTConnectAssets:1.3">
        <Header assetCount="132" assetBufferSize="10240" version="1.4.0.3"
            instanceId="1505504796"        sender="ubuntu" creationTime="2017-10-12T13:50:35Z"/>
        <Assets>
            <B2mmlProductDefinition assetId="9ede2e6c-f2f2-55fb-ab60-f7ae2a21ad17"
                deviceUuid="itamco_Haas_1c2bc0"          timestamp="2017-09-15T19:46:49.679251Z">
                    <ProductDefinition
                        xmlns="gost.e-ecolog.ru                              >
                        <ID>TEST-00003 </ID>
                        <Description>Base, Part 1a, Rev. - Base, Part 1a</Description>
                        <ProductSegment>
                            <ID>TEST-00003 </ID>
                        </ProductSegment>
                    </ProductDefinition>
            </B2mmlProductDefinition>
            <B2mmlProductDefinition assetId="42078e08-169a-5183-ad38-78f2daa0593c"
            deviceUuid="itamco_Haas_1c2bc0"     timestamp="2017-09-15T19:46:49.242110Z">
                    <ProductDefinition xmlns="gost.e-ecolog.ru                              >
                        <ID>TEST-00004 </ID>
                        <Description>Rear Mount, HV, Left, Rev. - Rear, HV, Mount,
                        Left</Description>
                        <ProductSegment>
                            <ID>TEST-00004</ID>
                        </ProductSegment>
                    </ProductDefinition>
            </B2mmlProductDefinition>
        </Assets>
    </MTConnectAssets>
```

Библиография

[1] ISO 10303-238, Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 238: Application protocol: Model based integrated manufacturing

[2] ISO 10303-242, Industrial automation systems and integration — Product data representation and exchange — Part 242: Application protocol: Managed model-based 3D engineering

[3] IEC 62264 (all parts), Enterprise-control system integration

[4] IEC 62714-1, Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering — Automation Markup Language — Part 1: Architecture and general requirements

[5] ISO 13399-60, Cutting tool data representation and exchange — Part 60: Reference dictionary for connection systems

[6] eClass, Available at: gost.e-ecolog.ru

[7] ISO 14649 (all parts), Industrial automation systems and integration — Physical device control

[8] ANSI/ISA-95 (all parts), Enterprise-Control System Integration

[9] B2MML, gost.e-ecolog.ru

[10] MTCUP, Available at: gost.e-ecolog.ru

УДК 004.738:006.354 ОКС 25.040.01

Ключевые слова: умное производство, цифровой двойник производства, структура цифрового двойника производства, производственные элементы, цифровое представление производственных элементов

БЗ 9—2020

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

Сдано в набор 11.08.2020. Подписано в печать 13.08.2020. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

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