

**Для цитирования**

Тарасова А.И., Бичева Т.А. Электронная структура изделия в автоматизированном проектировании / III Научно-практическая конференция «Стандартизация: траектория науки», приуроченная ко Всемирному дню стандартов, Москва, 15 октября 2025 г. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2025. № 6(87). С. 594–598.

УДК 006.4

**ЭЛЕКТРОННАЯ СТРУКТУРА ИЗДЕЛИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

*Тарасова А.И., старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», Россия, г. Москва*

*Бичева Т.А., старший преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», Россия, г. Москва*

**Проведен анализ фонда общетехнических стандартов в единой системе конструкторской документации на электронные документы. Определены роль и значение электронной структуры изделия в системе автоматизированного проектирования. Исследован методический инструментарий к выполнению, составу и визуализации структуры изделия, формированию текстовых документов на изделие и его составные части. Проведена оценка адаптационного потенциала в модельно-ориентированном проектировании**

**Ключевые слова:** электронный конструкторский документ, электронная модель изделия, электронная модель детали, электронная структура изделия, жизненный цикл изделия, PDM-система, пакет электронных данных, цифровые двойники изделий.

**ELECTRONIC STRUCTURE OF A PRODUCT IN COMPUTER-AIDED DESIGN**

*Tarasova A.I., Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Russian University of Transport”, Russia, Moscow*

*Bicheva T.A., Senior Lecturer, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Russian University of Transport”, Russia, Moscow*

**Research: The analysis of the fund of general technical standards in the unified system of design documentation for electronic documents is carried out. The role and importance of the electronic structure of the product in the computer-aided design system are determined. The methodological tools for the implementation, composition and visualization of the structure of the product, the formation of text documents for the product and its components are investigated. An assessment of the adaptation potential in model-based design is carried out**

**Keywords:** Electronic design document, electronic product model, electronic part model, electronic product structure, product life cycle, PDM system, electronic data package, digital twins of products.

Активное внедрение компьютерных технологий в разработку и производство технических изделий создало новые условия для передачи конструкторской информации с помощью компьютера. Новые понятия и определения повлекли за собой совершенствование единой системы конструкторской документации.

В фонде общетехнических стандартов в единой системе конструкторской документации появляется понятие электронного документа (ДЭ) [1].

Электронный документ выполняют на стадии разработки изделия, получая в результате автоматизированного проектирования. Его применяют на всех стадиях жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

Электронный конструкторский документ представлен в двух видах:

– внутренний вид – электронная информация, воспринимаемая только программно-техническими средствами;

– внешний вид – визуальная форма восприятия.

Две части конструкторского документа, содержательная и реквизитная, представляют собой:

– содержательная часть – одна или несколько информационных единиц, в которых содержится необходимая информация об изделии: текстовая, графическая или аудиовизуальная.

– реквизитная часть – структурированный по назначению набор реквизитов. Номенклатура реквизитов выполняется по ГОСТ 2.104 [2].

В свою очередь, электронные документы подразделяют на простые, составные и агрегированные, в зависимости от содержательной части (ГОСТ 2.051, приложение Б [1]).

В простом документе содержательная часть содержит одну информационную единицу; в составном – несколько информационных единиц, связанных друг с другом ссылками; в агрегированном – в виде нескольких информационных единиц, информационно связанных друг с другом (рис. 1).

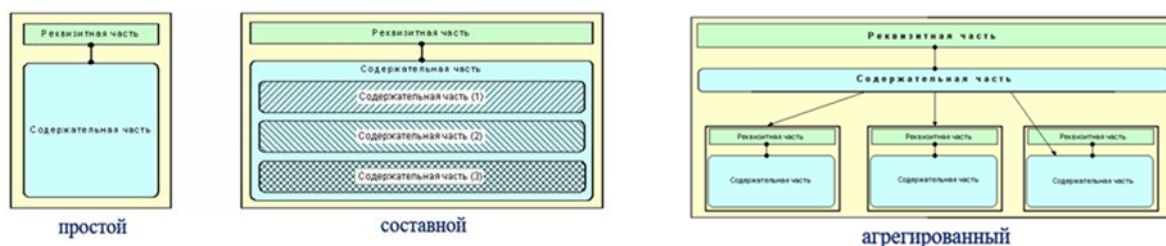


Рис. 1. Примеры организации данных в электронных конструкторских документах

При использовании автоматизированных систем проектирования основной информацией об изделии становится электронная структура изделия (ЭСИ) (ГОСТ 2.053 [3]).

Электронная структура изделия – это конструкторский документ, обобщающий технические данные об изделии, выполняемый только в электронной форме и предназначенный для использования информационного взаимодействия между автоматизированными системами в компьютерной среде [4].

Электронную структуру изделия используют для информации о составе изделия и иерархии его составных частей, для представления вариантов состава и структуры изделия, для информации о правилах применимости и заменяемости составных частей, а также для получения текстовых документов в электронной или бумажной формах.

Состав и способы представления технических данных в электронной структуре изделия определяются ее назначением, стадией жизненного цикла изделия и моделью данных.

Электронная структура изделия формируется автоматизированным способом на основе информации, хранящейся в общей базе данных об изделии.

Иерархия составных частей в электронной структуре изделия определяется разработчиком в зависимости от конструкции изделия, технологии производства и условий эксплуатации и формируется на основе описания отношений между ними: оригинальными составными частями; заимствованными составными частями; заимствованными составными частями с доработкой; прочими составными частями.

Состав сборочной единицы, комплекса или комплекта, связи его составных частей и другие данные определяет содержательная часть электронной структуры изделия, которая выполняется в виде набора этих данных, представляющих совокупность информационных объектов. Для единообразного представления электронной структуры изделия в компьютерной среде используют модели данных этих объектов, регламентированные ИСО 10303[5], [6].

Содержательная часть выполняется:

- в форме обменного файла согласно ИСО 10303-21–2002 [5];
- в форме базы данных с организацией доступа согласно ИСО 10303-22–2002 [6].

Обе формы выполнения представляют конечное описание в форме файла, обеспечивая, при необходимости, взаимное преобразование информации с помощью программных средств. Содержательная часть может состоять из одного или более файлов, в зависимости от назначения электронной структуры изделия и сложности изделия.

Систему визуализации содержательной части электронной структуры изделия представляют в соответствии с ГОСТ 2.053–2013, приложение Б [3]:

- в форме, отображающей структуру изделия в виде графа, где вершины соответствуют составным частям изделия, а ребра определяют связи между составными частями (рис. 2);
- в форме многоуровневого списка, в котором верхний уровень образует составные части, входящие в состав изделия непосредственно (прямого вхождения), второй уровень – составные части, входящие в состав второго уровня вплоть до уровня, на котором составные части становятся далее неделимыми (рис.3).

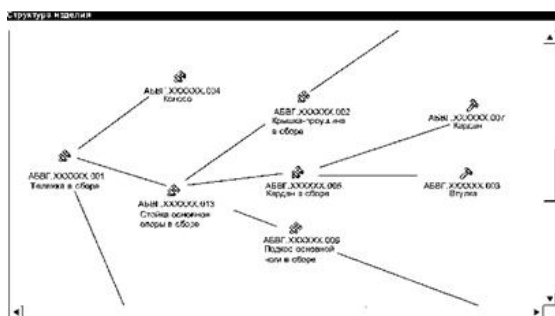


Рис. 2. Визуализация структуры изделия в виде графа

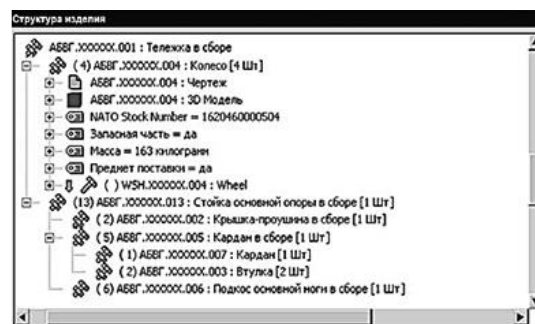


Рис. 3. Визуализация структуры изделия в виде многоуровневого списка

Реквизитную часть электронной структуры изделия оформляют по ГОСТ 2.104 [2].

Для внесения изменений в конструкцию изделия, его составные части и свойства создаются новые версии информационных объектов и заменяются предыдущие версии на новые; добавляются в электронную структуру изделия новые информационные объекты и правила применяемости, ограничивающие действие существующих и новых информационных объектов.

В соответствии с ГОСТ 2.503–90 оформляется новая версия электронной структуры изделия и ввод ее в обращение [7].

Выделяется несколько видов электронной структуры изделия в зависимости от содержащихся в ней данных: функциональная, конструктивная, производственно-технологическая, физическая, эксплуатационная, совмещенная.

Функциональная – определяет назначение изделия и его составных частей и предъявляемые к ним функциональные требования, разрабатывается на стадии технического предложения.

Конструктивная – отображает конкретные технические решения на изделие, разрабатывается на стадиях эскизного и технического проектов и рабочей конструкторской документации.

Производственно-технологическая – отображает особенности технологии изготовления и сборки изделия, формируется на основе конструктивной ЭСИ и содержит технологические составные части, разрабатывается на этапах технологической подготовки производства и в процессе производства.

Физическая – содержит информацию о конкретном экземпляре изделия. Выполняется на стадии производства изделия и дополняет конструктивную ЭСИ в части составных частей изделия, например заводской номер, серийный номер и др.

Эксплуатационная – содержит данные о составных частях изделия, подлежащих обслуживанию или замене в ходе использования изделия, выполняется на стадии эскизного и технического проектов и рабочей конструкторской документации.

Совмещенная – отображает комплексную информацию об изделии и содержит отдельные разновидности ЭСИ, содержит составные части изделия в различных аспектах, требующих разной информации.

На разных стадиях жизненного цикла совмещенную электронную структуру изделия выполняют с использованием контекстов, контекст обозначают согласно составу информации. В реквизитной части указывают символьный код разновидности ЭСИ.

Перечисленные виды электронной структуры изделия взаимосвязаны между собой. Один вид ЭСИ может строиться на основе другого вида.

В наименовании и кодовом обозначении электронной структуры изделия должна отражаться принадлежность одному и тому же изделию. Электронную структуру изделия обозначают по правилам присвоения обозначения для основного конструкторского документа согласно ГОСТ 2.102–68 [4] и ГОСТ 2.201–80 [8].

Электронная структура изделия содержит информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла, автоматически формируя текстовые документы, сопровождающие ЭСИ, с добавлением всех необходимых данных при выборе соответствующей составной части [9].

Накопление информации об изделии происходит на протяжении всего жизненного цикла изделия. Организация и управление этими данными осуществляются с помощью систем «Управления данными об изделиях» – PDM-систем (Product Data Management).

PDM-системы структурируют данные об изделии, представляя эти данные в виде объектов, их атрибутов и связей между ними.

Для организации электронного обмена данными используются PDM-системы, построенные на единой модели данных.

Организация электронного обмена данными конструкторских документов (КД) регламентируется ГОСТ 2.511–2011 [10].

Передачу конструкторских документов выполняют в форме пакета электронных данных (ПДЭ), в котором основным КД является электронная структура изделия.

Организация-отправитель передает пакет электронных данных КД организации-получателю по выделенным каналам связи либо с помощью электронного носителя (ЭН).

При получении пакета электронных данных организация-получатель высылает отправителю уведомление о получении.

Электронная структура изделия является основной информацией об изделии в автоматизированном проектировании, где чертежи формируются в соответствии с электронной моделью изделия [11].

Совершенствование автоматизированного проектирования сложных изделий приводит к прогрессивному методу информационной поддержки создания изделия, цифрового описания, включая компьютерную модель (цифровой макет) и цифровую модель изделия [12]. Эти модели могут отражать характеристики и свойства изделий. Объединяя их в единую систему, можно получить новое понятие – цифровой двойник. Цифровой двойник позволяет системно подойти к разработке, производству и эксплуатации изделий.

В 2021 году был утвержден национальный стандарт РФ – ГОСТ Р 57700.37–2021, в котором дается определение цифрового двойника изделия [13].

Цифровой двойник изделия – это совокупность цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием и его составными частями. Он разрабатывается и применяется на всех стадиях жизненного цикла изделия.

Цифровой двойник отображает все, что происходит с объектом, анализирует текущую ситуацию, прогнозирует ее развитие и может предложить решение для получения нужного результата.

Система цифровых двойников усложняет оборот поддельных изделий. Создавая, двойник изделия, можно определить его подлинность и этим усилить борьбу с контрафактом. Например, используя мониторинг производственных линий, цифровой двойник отслеживает показатели производительности (температура, давление, скорость и др.) и обнаруживает

нарушения, которые определяют возможные проблемы или дефекты. Двойник может анализировать предполагаемые места кражи и принимать предупреждающие меры.

Цифровые двойники меняют подход к управлению производственными процессами и разработке изделий.

Применение цифровых двойников изделий в промышленности – это развитие достижений в компьютерном моделировании и цифровом инжиниринге.

#### **Список литературы**

---

1. ГОСТ 2.051–2006 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения.
2. ГОСТ 2.104–2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
3. ГОСТ 2.053–2013 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения.
4. ГОСТ 2.102–68 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
5. ГОСТ Р ИСО 10303-21–2002 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена.
6. ГОСТ Р ИСО 10303-22–2002 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным.
7. ГОСТ 2.503–90 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений.
8. ГОСТ 2.201–80 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов.
9. ГОСТ 2.113–75 Единая система конструкторской документации. Групповые и базовые конструкторские документы.
10. ГОСТ 2.511–2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения.
11. ГОСТ 2.052–2015 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения.
12. ГОСТ Р 57412–2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий. Общие положения.
13. ГОСТ Р 57700.37–2021 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения.

#### **References**

---

1. GOST 2.051–2006 Unified system for design documentation. Electronic documents. General provisions.
2. GOST 2.104–2006 Unified system for design documentation. Main inscriptions.
3. GOST 2.053–2013 Unified system for design documentation. Electronic product structure. General provisions.
4. GOST 2.102–68 Unified system for design documentation. Types and completeness of design documents.
5. GOST R ISO 10303-21–2002 Industrial automation systems and their integration. Representation and exchange of product data. Part 21. Implementation methods. Plaintext coding of the exchange structure.
6. GOST R ISO 10303-22–2002 Industrial automation systems and their integration. Representation and exchange of product data. Part 22. Implementation Methods. Standard Data Access Interface.
7. GOST 2.503–90 Unified System for Design Documentation. Rules for Amendments.
8. GOST 2.201–80 Unified System for Design Documentation. Designation of Products and Design Documents.
9. GOST 2.113–75 Unified System for Design Documentation. Group and Basic Design Documents.
10. GOST 2.511–2011 Unified System for Design Documentation. Rules for the Transfer of Electronic Design Documents. General Provisions.
11. GOST 2.052–2015 Unified System for Design Documentation. Electronic Model of a Product. General Provisions.
12. GOST R 57412–2017 Computer Models in the Processes of Development, Production, and Operation of Products. General Provisions.
13. GOST R 57700.37–2021 Computer models and modeling. Digital twins of products. General provisions.