

УДК 355/359:001.89

**В.Б. АРТЕМЕНКО**, кандидат  
технических наук  
**В.Г. ДОЛГОПОЛОВ**

## **ЭЛЕКТРОННАЯ КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ НА ИЗДЕЛИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ**

*В статье рассмотрены особенности электронного представления конструкторской документации на изделия военной техники, связанные с многообразием возможных вариантов выполнения и поставки электронной конструкторской документации, ее хранением и применением. Сформулированы новые задачи выбора способов и технологий управления электронной конструкторской документацией и предложены организационно-технические меры по их решению.*

*Ключевые слова: электронная конструкторская документация, военная техника, жизненный цикл, информационная поддержка, база данных, автоматизированная система.*

В настоящее время в Министерстве обороны Российской Федерации, Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации, государственных корпорациях ведется интенсивная работа по переходу к разработке и применению конструкторской документации на изделия военной техники в электронной форме. Президентом и Правительством Российской Федерации дан целый ряд поручений и распоряжений в этой области. В Минобороны России разработан и реализуется план мероприятий (дорожная карта) по переходу к разработке конструкторской документации на ВВСТ в виде электронных документов и электронных моделей, утвержденный Министром обороны Российской Федерации 9 апреля 2019 г.

Переход к разработке и применению электронной конструкторской документации (ЭКД) обусловлен следующими положительными эффектами, которые могут быть получены при комплексном внедрении технологий разработки и сопровождения ЭКД [1-3]:

снижение сроков проектирования и разработки – от 10% до 30%;

снижение затрат на разработку технологической документации – до 40%;

сокращение доли брака и объема конструктивных изменений – от 10% до 20%;

снижение затрат на разработку эксплуатационной документации – до 30%.

В общем случае перечисленные эффекты достигаются за счет повторного применения электронных моделей ранее разработанных изделий и их составных частей, наличия полной и точной информации об изделии, выполнения на электронных моделях более точных расчетов характеристик изделий, параметров эксплуатации, обоснованного выбора конструктивных решений, автоматизации процессов разработки и контроля конструкторской документации.

Электронная конструкторская документация создается, применяется и сопровождается посредством автоматизированных систем (АС), реализующих различные технологии и методы управления ЭКД. Поэтому достижение указанных выше положительных эффектов от разработки и применения ЭКД напрямую зависит от выбранных подходов и возможностей технологий управления ЭКД.

Игнорирование особенностей ЭКД, недостаточная продуманность решений по выбору технологий разработки и сопровождения ЭКД может привести к тому, что положительные эффекты от применения электронной формы не будут достигнуты. Более того, возможна ситуация, когда может произойти потеря информации и потребуются дополнительные затраты времени и ресурсов.

Поэтому весьма важно на данном этапе обозначить ключевые проблемные вопросы, которые возникают при обосновании требований к разработке ЭКД, поставке ЭКД и ее хранении.

В настоящей статье рассмотрены особенности ЭКД, сформулированы задачи выбора способов и технологий управления ЭКД, возникающие на стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделий военной техники, и сформулированы предложения по организации их решения.

## 1. Особенности электронной конструкторской документации

Современная ЭКД совершенно не похожа на документацию в ее привычном представлении. На рисунке 1 представлены основные отличия электронной документации от бумажной. В современных АС проектирования и управления данными об изделии ЭКД, как правило, представляется в виде базы данных, содержащей структурированную взаимосвязанную информацию о конструкции изделия, процессах его изготовления, эксплуатации, ремонта, в том числе историю изменений, служебную информацию (условия применения изменений, замечания, согласования) и т.д. Управление и доступ к ЭКД обеспечивается АС управления данными об изделии (PDM – системой).

Такой подход к разработке и управлению ЭКД позволяет достичь наибольшей эффективности процессов разработки, проверки, приемки и сопровождения ЭКД. В частности, обеспечивается параллельная работа специалистов над проектом, автоматически осуществляется контроль вносимых изменений, автоматически контролируются некоторые требования к изделию, например, масса изделия, номенклатура применяемых материалов, комплектующих изделий, осуществляется расчет потребностей в материалах и комплектующих, упрощается контроль и проверка выполнения требований к изделию и документации.

Но при этом требуются дополнительные затраты на приобретение, настройку АС управления данными об изделии, ввод справочников, классификаторов, нормативов, обучение специалистов.

Наряду с базой данных ЭКД может быть выполнена в более приближенной к бумажной документации форме – в виде совокупности файлов с электронными моделями. По содержанию электронные модели изделия могут быть различного назначения и степени детализации (структурные, расчетные, функциональные, геометрические двухмерные и трехмерные и др.). В таком случае усложняется работа с ЭКД, так как в «ручном» режиме приходится отслеживать связи между моделями и документами, вести историю изменений, отслеживать статус документов.

Также ЭКД может быть представлена в виде совокупности файлов с растровыми изображениями, например, в виде копий бумажных документов, чертежей. Такие электронные документы содержат информацию в соответствии с назначением документов, но не позволяют вести ее автоматизированную обработку.



Рисунок 1 – Формы предоставления КД

Исходя из изложенного, в качестве первой особенности ЭКД выделим *многовариантность* ее форм и форматов представления.

Второй особенностью ЭКД является ее *привязка к средствам автоматизации (программно-техническим комплексам)*. ЭКД разрабатывается и применяется с помощью программно-технических средств.

Для ЭКД, представленной в виде базы данных, потребуется сложная АС управления данными об изделии, включающая в том числе средства специального программного обеспечения, систему управления базами данных и другие средства. Для простого случая файлового представления ЭКД достаточно средств общего программного обеспечения.

Но во всех случаях без средств автоматизации разработка и применение ЭДК невозможны.

Третья особенность ЭКД заключается в необходимости применения *особых способов удостоверения согласования и утверждения* электронных документов и моделей – посредством электронной подписи или информационно-удостоверяющего листа, в который вносится значение контрольной суммы электронного документа и ставятся собственноручные подписи должностных лиц.

Организация применения электронной подписи требует дополнительных ресурсов. А применение информационно-удостоверяющих листов не избавляет полностью от бумажных документов.

Четвертая особенность ЭКД заключается в *многовариантности способов передачи (поставки) ЭКД*.

ЭКД в общем случае может быть передана в виде копии базы данных, совокупности файлов определенного формата, пакета данных по ГОСТ 2.512. Передача ЭКД может осуществляться как по каналам связи, так и путем поставки на отчуждаемых носителях. Для электронной эксплуатационной документации существует шесть вариантов комплектования и поставки<sup>1</sup>. ЭКД может вовсе и не передаваться предприятию – изготовителю, а организовывается удаленная работа изготовителя с сервером разработчика, на котором размещается база данных ЭКД.

Особое внимание при планировании передачи (поставки) ЭКД следует уделять совместимости АС разработчика и получателя ЭКД, в том числе на уровне классификаторов и справочников, если передаваемая ЭКД представлена базой данной. Несовместимость АС может повлечь дополнительные затраты на преобразование ЭКД, сравнимые с ее разработкой.

Пятая особенность ЭКД связана с необходимостью принятия определенных мер для *обеспечения целостности и готовности к применению ЭКД при ее долговременном хранении*. Целостность ЭКД обеспечивается путем резервного копирования баз данных и электронных документов (файлов), проведения регулярных проверок их целостности, применения соответствующих требованиям безопасности программно-технических средств.

Необходимость поддержания готовности ЭКД к применению обусловлена зависимостью ЭКД от средств программного обеспечения, необходимых для ее просмотра, копирования и применения. Продолжительность ЖЦ программного обеспечения в несколько раз короче, чем изделий военной техники. Появляются новые версии программных средств, которые не всегда поддерживают форматы предыдущих версий, заканчиваются сроки лицензий на использование программ. В связи с этим необходимо своевременно принимать меры по

---

<sup>1</sup> ГОСТ 2.601-2013 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

преобразованию ЭКД в новые форматы или сохранению рабочих версий программного обеспечения вместе с ЭКД, чтобы не потерять возможность использовать ЭКД по назначению.

Перечисленные особенности ЭКД приводят к необходимости решения ряда новых задач, связанных с выбором формы и форматов электронного представления ЭКД, учетом совместимости АС управления данными, быстрым устареванием программного обеспечения, выделением дополнительных финансовых и временных ресурсов на закупку средств автоматизации, электронной подписи. Указанные задачи должны решаться, начиная с обоснования требований к ЭКД при формировании тактико-технического задания на опытно-конструкторскую работу по созданию изделия военной техники и заканчивая хранением и повторным использованием ЭКД при модернизации или создании изделия следующего поколения.

## **2. Задачи обеспечения разработки и сопровождения ЭКД**

Жизненный цикл изделия военной техники включает следующие основные стадии: исследование и обоснование разработки, разработка, производство и эксплуатация. На каждой стадии ЖЦ изделия выполняются определенные работы с ЭКД, такие как, обоснование требований к ЭКД, разработка ЭКД, ее передача и применение по назначению, хранение. В данной статье они названы этапами ЖЦ ЭКД.

С переходом к разработке и применению конструкторской документации в электронной форме на каждом этапе ЖЦ ЭКД возникла необходимость в решении ряда новых задач обеспечения разработки и сопровождения ЭКД, которые представлены в таблице 1.

По своей сути это многокритериальные задачи, в постановке которых присутствуют следующие основные критерии:

- тактико-технические характеристики изделия военной техники, в том числе надежность;
- затраты на ЖЦ изделия военной техники;
- качество информационного обеспечения участников ЖЦ военной техники;
- информационная безопасность;
- технологическая независимость от иностранных государств.

Таблица 1 – Задачи, связанные с обеспечением разработки и сопровождения ЭКД

| Стадия ЖЦ изделия военной техники                             | Исследование и обоснование разработки   | Разработка   | Производство  | Эксплуатация  |
|---|---|--|---|---|
| Этапы ЖЦ ЭКД  | Разработка требований к выполнению ЭКД  | Разработка ЭКД, ее проверка, согласование и утверждение  | Поставка ЭКД; применение ЭКД по назначению  | Поставка эксплуатационной электронной документации (ЭЭД); применение ЭЭД по назначению; хранение ЭКД  |
| Решаемые задачи по обеспечению разработки и сопровождения ЭКД | Выбор формы и форматов выполнения ЭКД   | Выбор АС и программно-технических средств разработки ЭКД, в том числе обеспечивающих применение электронной подписи; их внедрение, монтаж, аттестация и настройка с учетом требований к выполнению ЭКД | Определение организации – держателя подлинника ЭКД; выбор способов поставки ЭКД   | Выбор способов поставки ЭЭД; обоснование и планирование мероприятий по обеспечению целостности и готовности ЭКД к применению во время хранения                                  |
| Основные исходные данные                                      | Объем ЭКД; категория сложности изделия; потенциальная кооперация разработчиков и их оснащенность средствами проектирования и управления ЭКД | Объем ЭКД; категория сложности изделия; кооперация разработчиков и их оснащенность средствами проектирования и управления ЭКД; характеристики и возможности АС управления ЭКД                          | Объем ЭКД; категория сложности изделия; состав изготовителей изделия и их оснащенность средствами управления ЭКД; прогнозируемая интенсивность внесения изменений в ЭКД | Объем ЭКД; продолжительность ЖЦ изделия; оснащенность предприятий, осуществляющих хранение ЭКД, средствами автоматизации; прогнозируемая интенсивность внесения изменений в ЭКД |

Значительная часть исходных данных для решения указанных задач представляет собой случайные величины, что обусловлено влиянием на ЖЦ изделия военной техники множества слабо прогнозируемых факторов.

Например, интенсивность внесения изменений в ЭКД, состав кооперации изготовителей, возможность повторного применения ЭКД для других изделий и т.д.

Поэтому задачи обеспечения разработки и сопровождения ЭКД можно охарактеризовать как комплекс сложных взаимосвязанных аналитических задач, решаемых на протяжении всего ЖЦ изделия военной техники. Для их решения требуются специалисты, обладающие знаниями о проектировании и конструировании изделий, информационных технологиях управления ЭКД, порядке разработки и производства изделий военной техники и способные применять методы прогнозирования, экспертного оценивания и моделирования.

### **3. Предложения по организации решения задач, связанных с обеспечением разработки и сопровождения ЭКД**

Решения о выборе форм представления ЭКД, способов ее поставки, порядке хранения утверждаются государственным заказчиком изделия, так как они опираются на финансовые ресурсы, предоставляемые заказчиком. Но обоснование этих решений и их реализация осуществляются разработчиком и изготовителем изделия. Поэтому решение данных задач целесообразно возложить на главного (генерального) конструктора изделия военной техники. Для чего необходимо уточнить функции главного (генерального) конструктора изделия военной техники.

Рассмотренные выше задачи обеспечения разработки и сопровождения ЭКД по своему содержанию относятся к информационной поддержке ЖЦ изделий военной техники (ИПИ ВТ), под которой понимается деятельность, выполняемая на стадиях ЖЦ изделия военной техники и направленная на обеспечение формирования, передачи, хранения и применения ЭКД и данных об изделии военной техники.

Однако существующие документы по стандартизации оборонной продукции в области ИПИ ВТ не детализируют задачи информационной поддержки и не устанавливают требования к порядку их решения,



составу отчетности по ним. Поэтому в целях организации решения задач, связанных с обеспечением разработки и сопровождения ЭКД, необходимо пересмотреть существующие ГОСТ РВ по ИПИ ВТ. А именно, следует уточнить состав и определения основных терминов в данной области, установить требования к составу и порядку решения задач по информационной поддержке на стадиях ЖЦ, формируемым документам по информационной поддержке ЖЦ.

По нашему мнению, на стадии разработки изделия такими задачами являются следующие:

разработка модели ЖЦ ЭКД с учетом особенностей ЖЦ изделия;

разработка плана ИПИ ВТ;

выбор, закупка, развертывание и настройка АС управления данными об изделии (при необходимости), а также средств электронной подписи;

формирование системы классификации и кодирования, выбор протоколов взаимодействия, форматов представления электронных документов и моделей;

разработка правил работы с АС управления данными об изделии в ходе разработки и сопровождения изделия военной техники, в том числе правил внесения изменений в ЭКД, согласования и утверждения ЭКД, отмены документов, обмена данными с исполнителями составных частей изделия;

обеспечение целостности и безопасного хранения ЭКД на изделие военной техники;

выполнение требований по долговременному хранению ЭКД.

Основным плановым документом, определяющим порядок работ и координирующим деятельность участников ЖЦ в области ИПИ ВТ, должен стать «План информационной поддержки жизненного цикла изделия военной техники». Он должен содержать совокупность взаимосвязанных по срокам и ресурсам мероприятий ИПИ ВТ на всем ЖЦ изделия военной техники.

Таким образом, переход к разработке и применению ЭКД на изделия военной техники вызвал необходимость решения целого ряда новых сложных организационно-технических задач, связанных с выбором форм, способов, методов разработки, представления, сопровождения и хранения ЭКД.

Недостаточное внимание к качественному и своевременному решению этих задач может привести к тому, что положительный эффект от внедрения ЭКД получен не будет, а повлечет дополнительные затраты на разработку и производство военной техники.

Для обеспечения эффективного решения данных задач предлагается уточнить функции главного (генерального) конструктора изделия военной техники и провести работу по пересмотру государственных военных стандартов в области ИПИ ВТ.

### **Список использованных источников**

1. CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла продукции) в авиастроении / Науч. ред. А.Г. Братухин. М.: Изд-во МАИ, 2002. – 676 с.
2. Российская энциклопедия CASL. Авиационно-космическое машиностроение / Гл. ред. А.Г. Братухин. М.: АОА «НИЦ АСК», 2008. – 608 с.
3. Лавринов Г.А., Безденежных И.В., Кравченко А.Ю. Перспективы внедрения ИПИ (CALS)-технологий в целях информационного сопровождения жизненного цикла изделий ВВТ // Материалы V Международной конференции-форума 03-04 декабря 2003 г. «Применение ИПИ (CALS)-технологий для повышения качества и конкурентоспособности наукоемкой продукции. М.: Издательский дом «МВМ», 2003. – С. 35.