



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. УлГУ. Электрон. журн. 2021, № 1, с. 1-7.

Поступила: 14.05.2021

Окончательный вариант: 21.05.2021

© УлГУ

УДК 004.91; 004.896

## Разработка эксплуатационного каталога деталей и сборочных единиц с применением САПР ТП «ТеМП2»

Баранов А. Н.<sup>1,\*</sup>, Павлов П. Ю.<sup>2</sup>

[\\*Bliznec130689@gmail.com](mailto:Bliznec130689@gmail.com)

<sup>1</sup>АО «Авиастар-СП», Ульяновск, Россия

<sup>2</sup> УлГУ, Ульяновск, Россия

---

В статье рассматривается разработка эксплуатационного каталога деталей и сборочных единиц с применением САПР ТП «ТеМП2». Проведен расчет экономического эффекта от разработки эскизов Каталога деталей в САПР ТП «ТеМП2».

*Ключевые слова:* эксплуатационная документация, каталог, эскиз, чертеж, 3D модель, каталог, САПР, деталь, сборочная единица

---

### Введение

Жизненный цикл изделия может иметь различную продолжительность и может достигать нескольких десятилетий или даже сотен лет, например для атомной промышленности 80-100 лет. В процессе разработки возникает большое количество описаний и документации, начиная от описания деталей (чертежей, 3D моделей) и заканчивая описаниями по утилизации изделия и возвращения исходного сырья обратно в природу.

К одним из таких наборов описаний относится эксплуатационная документация. Разработка которой является важным этапом планирования и проведения технического обслуживания и эксплуатации воздушного судна, которая влияет на безопасность полёта самолёта.

Эксплуатационный документ – конструкторский документ, который в отдельности или в совокупности с другими документами определяет правила эксплуатации изделия и/или отражает сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик (свойств) изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы [1].

Конструкция летательного аппарата содержит огромное количество отдельных деталей и сборочных единиц, что влияет на трудоёмкость разработки Каталога деталей и сборочных единиц, в котором должен быть достаточный объем информации для выполнения ремонтных и профилактических работ.

В данной статье рассматривается способ сокращения трудоёмкости с помощью применения САПР ТП «ТеМП2» для разработки эксплуатационного каталога деталей и сборочных единиц.

## 1. Предшествующие разработки и связанные работы

При поставке изделий заказчикам как внутри России, так и в интересах иностранного заказчика, к документации, поставляемой с изделием, заказчиками и действующими стандартами, предъявляются различные требования к её оформлению, построению и содержанию, которые необходимо учитывать на начальном этапе проектирования.

При создании авиационной техники в РФ применяется система ГОСТ ЕСКД [2], регламентирующая, в том числе, вопросы создания ЭД. В мире по большинству направлений существуют свои стандарты (например, в Аэрокосмической отрасли используются группы спецификации S1000D [3], ATA, MIL-STD).

Большинство зарубежных стандартов и спецификаций в основном направлены на регулирование ЭД. Формы представления конструкторской документации для сертификации изделий в органах сертификации (EASA, FAA и т.д.) индивидуально разрабатываются и сертифицируются разработчиками и производителями изделий (например, сертификаты DOA, POA в EASA).

Мировой тенденцией в области разработки документации на изделия авиационной техники является деление изделия по функциональному признаку: система – подсистема – подподсистема и применение кодировки на основе стандартов S1000D/ATA [4].

Рассмотрим некоторые системы по разработке электронных каталогов.

Technical Guide Builder 4 - интегрированный комплекс программных средств для разработки, сопровождения, изменений и публикации эксплуатационной и ремонтной документации на сложные изделия.

В состав Technical Guide Builder входит база данных МД, а также средства администрирования, позволяющие формировать из хранимых в базе данных МД требуемые публикации, в т.ч. на разных языках, управлять изменениями МД и публикаций, осуществлять контроль целостности и корректности хранимых данных.

Для подготовки разных видов документации (описательной, процедурно-технологической, каталогов и т.д.) в Technical Guide Builder предусмотрен набор специализированных программных приложений-редакторов. Использование высокоуровневых приложений позволяет инженерному составу разрабатывать документацию, концентрируя свое внимание только на её содержательной части, и не требует от пользователя глубоких знаний языков SGML/XML, что характерно при использовании имеющихся на рынке XML-редакторов.

TG Builder поддерживает разработку различных видов документации, отвечающей требованиям S1000D версии 4.1 и 5.0, и ГОСТ 18675-2012:

- руководство по эксплуатации;
- руководство по техническому обслуживанию;
- руководство по поиску и устранению неисправностей;
- каталоги деталей и сборочных единиц и перечни предметов поставки;
- руководство по летной эксплуатации;
- руководство по ремонту;
- учебные курсы [5].

Cortona3D RapidCatalog – эффективный инструмент для создания интерактивных трехмерных каталогов запасных частей, позволяющих быстро и безошибочно находить детали и получать необходимую информацию о них. Использование оптимизированных CAD-данных сокращает стоимость производства каталогов запчастей и существенно улучшает качество конечного продукта, что, в свою очередь, уменьшает количество последующих запросов в службу поддержки. Преимущества Cortona3D RapidCatalog:

- не требуется опыт работы с CAD-программами и 3D-графикой;
- поддержка ISO-стандартов;
- поддержка отраслевых стандартов: ATA, S1000D;
- защита интеллектуальной собственности;
- интеграция в существующие бизнес-процессы;
- оперативное обновление документации;
- возможность распространения документации через сеть Интернет [6].

## **2. Описание процесса разработки эксплуатационного каталога деталей**

Каталог деталей и сборочных единиц (КДЭ) разрабатывается на основе конструкторской документации, в несколько этапов:

- разработка плана проспекта каталога деталей, на самолёт по техническому заданию;
- формирование таблицы ведомости деталей сборочной единицы;
- разработка эскизов сборочных единиц;
- загрузка таблицы и эскиза в базу данных;
- простановка интерактивных позиций на эскизах по загруженной ведомости деталей;
- проработка запущенных извещений и ПИ на готовые эскизы каталога деталей;
- формирование каталога деталей средствами базы данных;
- передача каталога деталей в бумажном и электронном виде в бюро «Эксплуатационной документации».

Разработка ведомости деталей каталога деталей производится в базе данных каталога деталей. Данные из КТС сборочной единицы в базу данных каталога деталей переносятся вручную. Для каждой сборочной единицы создают перечень Сборочных единиц, деталей,

стандартных и покупных изделий. Позже они формируются в ведомость деталей каталога деталей по форме по ГОСТ 18675-2012 [7].

После составления ведомости на её основе разрабатываются эскизы чертёжных деталей и покупных изделий.

Эскизы деталей рисуются в AutoCAD в аксонометрической проекции, по заданным в чертеже размера как показано на рис. 1. На основе нарисованных деталей, стандартных изделий и покупных изделий формируется общий вид сборочной единицы. Из общего вида и видов крепления деталей формируется на формате А4 эскиз каталога деталей, на котором проставляются позиции из ранее созданной ведомости сборочной единицы для всех деталей. Пример эскиза каталога деталей показанный на рис. 1.

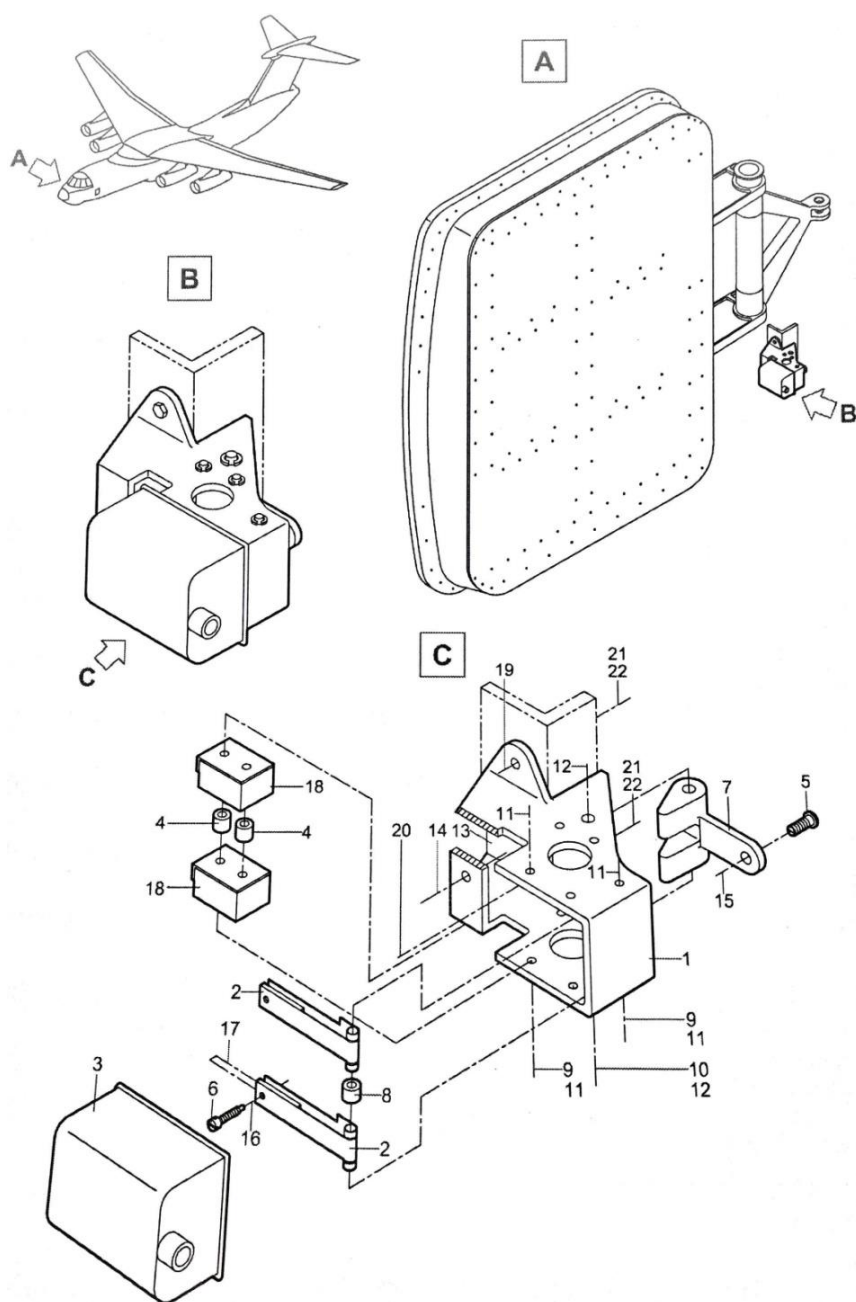


Рис. 1. Пример эскиза сборочной единицы каталога деталей

### 3. Разработка эксплуатационного каталога деталей с использованием САПР ТП «ТеМП2»

Основное время на разработку КДЭ тратится на разработку эскизов деталей и сборочных единиц и разработку ведомостей деталей. Для сокращения времени разработки эскизов применяется система автоматизированного проектирования технологических процессов «ТеМП2».

В САПР ТП «ТеМП2» моделирование изделий осуществляется в графической системе UGNX 4, в которой можно работать как с телами, так и с отдельными поверхностями, используя булевы операции и «поверхностные» операции продление, соединение и обрезка [8].

База данных моделей деталей и сборочных единиц позволяет загружать и визуализировать сборочную единицу относительно её расположению на самолёте. Это позволяет загружать не только основную сборочную единицу, но и смежные сборки для обрисовки обстановки в эскизе.

С помощью дополнительных компонентов были реализованы дополнительные функции для подготовки эскизов каталога деталей:

- поворот модели на  $45^\circ$  по вертикали и на  $35,264^\circ$  для ориентации модели в изометрическую проекцию;
- поворот модели на  $90^\circ$  относительно осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , для удобства расположения разбираемых деталей на сборки;
- перемещение выделенных объектов относительно всей сборки по осям координат;
- перевод выделенных объектов в режим эскизирования, для получения эскиза деталей и сборок, для дальнейшего формирования эскиза каталога деталей и сборочных единиц;
- загрузка эскиза в базу данных электронного определения изделия (БД ЭОИ) для дальнейшей проработки в бюро.

Формирование ведомости деталей сборочной единицы из базы данных БД ЭОИ в .dbf файл базы данных каталога деталей осуществляется с помощью EXCEL. Конечный файл .dbf содержит следующую информацию о сборочной единицы:

- наименование сборочной единицы;
- обозначение сборочной единицы;
- извещение запуска сборочной единицы;
- последнее извещение на изменение сборочной единицы;
- перечень сборок, деталей и стандартных изделий, входящих в эту сборочную единицу их количество;
- ограничение сборочной единицы и входящих в неё позиций.

После сохранения эскиза и файла таблицы в БД ЭОИ, таблица загружается базу данных каталога деталей для дальнейшей проработки. Эскиз дорабатывается с помощью программы папoCAD следующим образом:

- рисуются линии крепления деталей и крепежа;
- рисуются обозначений видов на общем виде сборочной единицы;

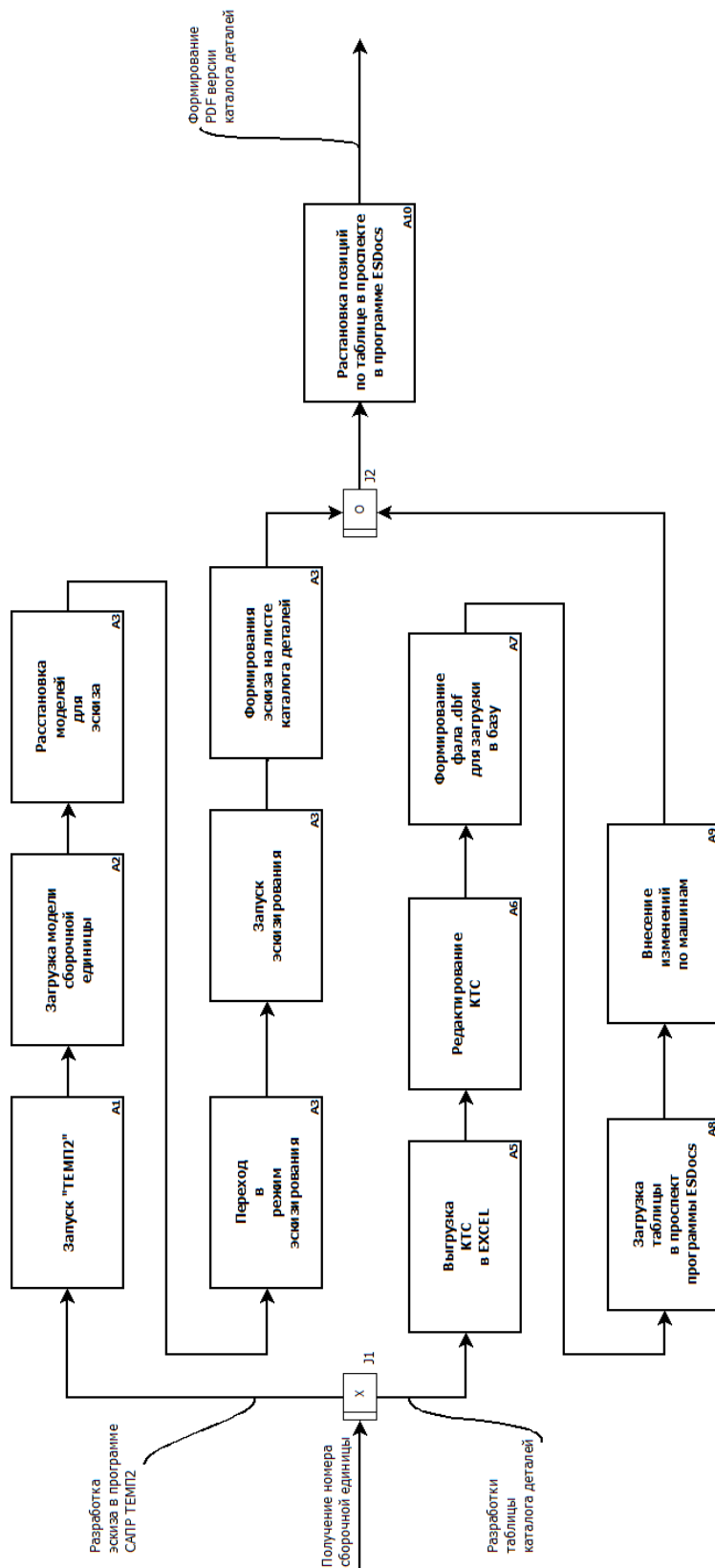


Рис. 2. Схема разработки эскиза и ведомости сборочной единицы

- формируются виды разбора сборочной единицы;
- каждая отдельная деталь обводится по контуру линией толщиной 0,4 мм;
- формируются отдельные листы А4 эскиза сборочной единицы.

Схема разработки эскиза и таблицы сборочной единицы с помощью САПР ТП «ТеМП2» показана на рис. 2.

После каждый лист эскиза формата А4 загружают в базу данных каталога деталей, расположение каждой сборочной единицы указано в план-перспекте, созданном на основе ГОСТ 18675-2021 [7] и расставляют интерактивные позиции по уже загруженной таблице.

## Заключение

Таким образом, разработка эскизов деталей каталога деталей на базе САПР ТП «ТЕМП-2» для авиационного производства дает возможность облегчить работу по разработке эксплуатационной документации и уменьшение времени на её разработку.

Основной экономический эффект от применения этого метода создания эскиза сборочных единиц заключается в сокращении трудоёмкости выполнения работ.

Практическая значимость работы подтверждается использованием её результатов и внедрение инструментов разработки эскизов на АО «Авиастар-СП» и составляет 19 000 нормо-часов в год.

## Список литературы

1. ГОСТ 2.601-2019 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. М.: Стандартинформ, 2020.
2. ГОСТ 2.601-2013. *Единая система конструкторской документации Эксплуатационные документы*. Государственный комитет по стандартам. М.: Стандартинформ, 2013
3. АС 1.1.S1000DR-2014. *Авиационный справочник. Международная спецификация на технические публикации, выполняемые на основе общей базы данных*. Введен взамен АС 1.1.S1000DR-2007. М.: ФГУП «НИИСУ», 2014.
4. Киюц А.В., Курапова Е.В. Современный подход к выпуску эксплуатационной документации в виде интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) // *Инновационный арсенал молодежи: труды*. 2012.
5. Technical Guide Builder [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cals.ru/products/tgb4> (дата обращения 15.05.2021).
6. Создание интерактивных трехмерных каталогов деталей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cortona3d.com/ru/produkty/resheniya-dlya-tehnicheskikh-publikacij/rapidauthor/rapidcatalog> (дата обращения 13.05.2021).
7. ГОСТ 18675-2012. *Документация эксплуатационная и ремонтная на авиационную технику и покупные изделия для нее*. Государственный комитет по стандартам. М.: Стандартинформ, 2012.
8. Кобелев С. А., Баранников А. А. Разработка фрагментов базы данных САПР ТП «Темп-2» // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2011, т. 13, №. 4-2.