

УДК 629.7.01

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ БОРТОВЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ САМОЛЁТОВ

© 2014 С.В. Биктулов, Я.Н. Чупахин

Ульяновский филиал конструкторского бюро ОАО «Гуполев»

Поступила в редакцию 08.09.2014

В статье дается описание основных этапов разработки технологичной бортовой кабельной сети и применяемых на предприятии авиационной отрасли технологий автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: *система автоматизированного проектирования, бортовая кабельная сеть, проектирование, электрическая схема, жгут, Routed Systems Designer, Windchill, ProEngineer, ECAD, EDS, Electrical Data Storage, самолет, контроль ошибок*

Увеличение количества электронных устройств, средств связи, навигации, автоматизированных систем, внедрение цифровых электронных систем управления, применение новых материалов приводит к усложнению бортовых кабельных сетей летательных аппаратов (ЛА). Плотность упаковки при размещении элементов и устройств, электронных блоков и систем различного назначения на ЛА приводит к необходимости решения задач электромагнитной совместимости (ЭМС). Оптимизация прочностных параметров конструкций с целью улучшения массогабаритных характеристик приводит к снижению толщин металлических экранирующих элементов, их перфорированности или применению неметаллических композитных материалов, что приводит к увеличению влияния излучаемых помех на приборы и кабели. С внедрением цифровых электронных систем управления, новых технологий в разработке фюзеляжа возрастает восприимчивость электронного оборудования критических систем к воздействию ионизирующего излучения на крейсерских высотах полета (выше 9 км), вызванного атмосферной радиацией и электромагнитными внешними воздействиями. Усложнение бортовой кабельной сети (БКС), отсутствие средств автоматизированного контроля ошибок допущенных при разработке изделия, средств учета выполнения требований к разработке, не совершенные средства системы автоматизированного проектирования (САПР), это все приводит к не технологичности БКС.

Для улучшения показателей технологичности БКС необходимо учитывать вышеуказанное, предъявлять ряд дополнительных требований на этапе проектирования БКС и на этапах

проектирования изделия в целом:

- на этапе разработки конструкции ЛА (фюзеляжа, крыла и т.п.);
 - на этапе компоновки бортового радиоэлектронного оборудования;
 - на этапе выбора компонентов БКС;
 - на этапе разработки электрических схем систем;
 - на этапе разработки электромонтажных и сборочных чертежей электрических жгутов.
- Проектирование БКС должно проводиться исходя из рассмотрения вариантов, обеспечивающих минимальную трудоемкость и цикл монтажа. Целевые функции при разработке БКС:
- обеспечение требуемых показателей надежности и отказобезопасности;
 - минимизация массы;
 - минимизация стоимости;
 - обеспечение технологичности;
 - обеспечение высоких показателей ремонтно-пригодности бортовой кабельной сети в условиях эксплуатации;
 - минимизация трудоемкости монтажа электрических жгутов на изделии.

Технологичность изготовления и производства БКС закладывается на этапах разработки, проектирования и может быть повышена за счет:

- применения автоматизированных систем разработки КД (электронное представление эл. жгута позволяет использовать автоматизированные средства производства);
- применения автоматического оборудования (для зачистки, мерной резки, опрессовки проводов и кабелей, сварки экранов, нанесения экрана механическим способом);
- применения современного оборудования и средств для сборки эл. жгутов.

*Биктулов Сергей Владимирович, инженер-конструктор
Чупахин Яков Николаевич, инженер-конструктор.
E-mail: ul-sport@mail.ru.*

При разработке высокотехнологичной БКС должен учитываться следующий порядок приоритетов:

- обеспечение безопасности полета (проектирование надежности и безопасности);
- обеспечение экономической эффективности производства;
- уменьшение трудоёмкости;
- обеспечение удобства обслуживания, демонтажа и замены компонентов БКС.

На этапах проектирования БКС должна проводиться работа по прогнозированию и обеспечению ЭМС. Если при конструировании БКС не предпринимаются специальные меры, направленные на ослабление или полное подавление электромагнитных помех, то при эксплуатации могут возникнуть даже сбои или отказы в работе бортовых систем. Мероприятия по прогнозированию и обеспечению ЭМС должны выполняться до, а не после того, как самолет создан, иначе потребуются значительные дополнительные финансовые расходы, что является недопустимым.

Основные требования технологичности на этапах проектирования. Требования к разработке конструкции ЛА. При разработке конструкции ЛА (фюзеляжа, крыла и т.п.) более тщательно должны прорабатываться вопросы, связанные с введением в неё элементов для БКС (отверстий, вырезов, ложементов, установок коробов, желобов, труб); для прокладки проводов и жгутов БКС, обеспечивающие качественный монтаж, доступность его для осмотра и ремонта в эксплуатации и исключаящие доработку конструкции ЛА «по месту». Оптимизированные элементы конструкции с улучшенными массогабаритными характеристиками, оптимальными толщинами металлических экранирующих элементов и перфорированностью, элементы из неметаллических композитных материалов должны предусматривать дополнительную защиту от проникновения внешних электромагнитных полей.

Требования к компоновке бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО). Расположение бортовых приборов и устройств может создавать внутри отсека недопустимые электромагнитные помехи, которые могут ухудшить качество функционирования бортовых приборов и устройств. Для обеспечения ЭМС необходимо исследовать электромагнитную обстановку создаваемую всеми приборами. Действующее на электронное устройство электромагнитное поле является суммарным электромагнитным полем создаваемым другими бортовыми устройствами, уровень которого может превышать максимальное пороговое значение помехоустойчивости каждого устройства.

Результирующие излучаемые электромагнитные помехи, как результат сложения

создаваемых устройствами полей, воздействуют не только на бортовые устройства, но и на БКС, вследствие чего в БКС могут возникнуть резонансные явления. Для соединения бортовых устройств возможны различные варианты прокладки эл. жгута, и поэтому необходимо выбрать вариант, при котором уровень индуцированной и кондуктивной электромагнитной помехи в кабеле не превышает допустимое стандартом нормативное значение, с учетом наименьшей длины кабеля. Наиболее эффективный путь по обеспечению ЭМС приборного комплекса является путь, основанный на рациональном размещении бортовых устройств и соединяющих их кабелей, позволяющий минимизировать влияние на них излучаемых ЭМП.

1 На этапе эскизного проекта повышение технологичности должно быть обеспечено рациональным размещением оборудования на борту изделия на основе анализа межсистемных и межблочных связей и анализа ЭМС бортовых приборов и устройств. При установке БРЭО необходимо руководствоваться взаимосвязями БРЭО. Необходимо обеспечить установку максимально связанного объема оборудования на одном из бортов ЛА, для того чтобы избежать увеличения кол-ва трасс и длин проводов при монтаже.

2 Должен проводиться анализ ЭМС БРЭО при его установке на борту с целью предупреждения неудовлетворительной ЭМС и уменьшения средств, направленных на борьбу с электромагнитными помехами в этом случае.

3 БРЭО необходимо устанавливать с учетом удобства и технологичности электромонтажа.

4 При размещении оборудования волоконно-оптических систем для исключения паразитных перекрестных связей между приемником и передатчиком, необходимо их устанавливать вдали друг от друга, т.к. оптический передатчик сам по себе является достаточно мощным источником электромагнитного поля (ЭМП).

Требования к выбору компонентов БКС. Применение новых современных материалов, компонентов и оборудования может и повысить и понизить технологичность БКС. В настоящее время существует широкий спектр новых материалов и компонентов, которые имеют свои плюсы и недостатки. Перед началом проектирования изделия должна быть проведена работа по поиску и анализу современной элементной базы, проводов и кабелей, материалов и комплектующих, средств защиты. Подобранные компоненты БКС перед использованием должны быть проверены с точки зрения технологичности их применения. Целесообразность применения новых материалов, элементной базы, проводов и кабелей должна быть доказана и согласована.

Требования к компонентам БКС. БКС должна быть выполнена из материалов и компонентов, исключая опасность воспламенения, взрыва, выделения дыма и ядовитого газа и возникновения прочих опасных, воздействующих факторов на человека и компоненты изделия.

1 Изоляция применяемых проводов должны быть самозатухающей и не должна распространять и поддерживать горение.

2 Одноименные компоненты БКС должны быть взаимозаменяемыми по габаритам, присоединительным размерам, параметрам электрических сигналов, точностным и другим функциональным характеристикам.

3 В случае замены неисправных компонентов на исправные на борту изделия не должно требоваться выполнения пригоночных, селективных и регулировочных работ.

4 Степень использования стандартных и унифицированных комплектующих изделий компонентов БКС должна определяться соответствующими техническими и ценовыми требованиями, предъявляемыми к изделию по ТЗ на БКС.

5 Для выполнения ТО компонентов БКС, монтажно-демонтажных работ должно использоваться стандартное оборудование.

6 Применяемые провода из луженных оловом проволоки не должны быть подвержены явлению «оловянной чумы».

7 При выборе компонентов БКС, необходимо особое внимание уделять массогабаритным показателям.

8 При выборе эл. соединителей, необходимо отдавать предпочтение эл. соединителям с заделкой контактов под обжим. Механическое соединение обжимом или опрессовкой по своим основным характеристикам (физической прочности, электропроводимости, надежности) не уступает традиционному способу соединения методом пайки, а по удобству, простоте, практичности и безопасности монтажа превосходит его. Электрическое соединение получается более надежным, качественным и долговечным: обеспечивается лучший электрический контакт провода, достигается высокая механическая прочность соединения.

9 Для более эффективного использования новых комплектующих требуется внедрение новых технологий – применение автоматического и полуавтоматического оборудования для обработки проводов и кабелей, сварки экранов и экранирования эл. жгутов. Применение автоматического и полуавтоматического оборудования позволяет проводить обработку проводов сечением меньше 0,2 мм², чего не позволяет ручной труд без повреждения и обеспечения качества, надежности и повторяемости операций. Добиться

стабильности зачистки в ручном режиме практически невозможно, сказывается большое влияние человеческого фактора. Нестабильное усилие стягивания изоляции, нестабильный угол подачи провода в зачистное устройство приводит к повреждению токоведущей жилы и другим дефектам обработки.

Требования к разработке электрических схем систем. Требования технологичности, предъявляемые к разработке электрических схем, которые не указаны в ОСТ 1 00155-74 и ОСТ 1 00239-77:

1 В первую очередь необходимо выполнить рациональное размещение сигналов в электрических соединителях покупных изделий, распределительных коробках, щитках, блоках коммутации и т.д. Рациональное размещение сигналов направлено на:

- исключение сборных позиций на борту ЛА на этапе формирования эл. жгутов;

- обеспечение прогнозирования ЭМС согласно ОСТ 1 00406-80.

2 Эл. связи должны быть проложены через эл. соединители таким образом чтобы, в результате можно было сформировать полностью изготавливаемые на плазу эл. жгуты.

3 Должен быть сформирован перечень технологических эл. соединителей, предназначенных для:

- развязки «резки» эл. связей между физическими жгутами;

- связи оборудования между бортами (левым и правым).

4 Необходимо добиваться того, чтобы прокладываемые электрические связи лежали на одном из бортов ЛА. В случае, когда нет возможности этого достичь, необходимо трассу искать через специально отведенные для этих целей технологические соединители, соединяющие БРЭО левого и правого борта.

5 Прокладываемые электрические связи, должны быть проложены по кратчайшему пути.

6 Необходимо рассматривать варианты разбивки «резки» длинных связей технологическими эл. соединителями для формирования технологических физических жгутов.

7 При расчете падения напряжения должен быть учтен эксплуатационный запас по длине проводов под переделку. Согласно п. 31 ОСТ 1 00239-77 для отдельных проводов площадью сечения жилы до 4 мм² включительно, выходящих из жгута к агрегатам, и жгутов, подходящих к соединителям, необходимо предусмотреть эксплуатационный запас по длине, позволяющий производить повторные заделки провода в агрегат или соединитель не менее трех раз с каждого конца при смене наконечников, обжимных контактов и при перепайке проводов в контакты соединителя и т.п. При замене марки проводов

на аналогичные по характеристикам должно учитываться значение электрического сопротивления провода.

8 На вновь разрабатываемом изделии применение муфт сращивания должно быть минимальным. Взамен предпочтительно использовать электрические соединители типа ОНП-СГ. На модернизируемом или дорабатываемом изделии муфты сращивания, установленные в ходе доработок, должны быть исключены или заменены на электрические соединители типа ОНП-СГ.

9 В программном комплексе САПР должны заполняться все необходимые параметры для дальнейшего проектирования БКС (марка провода, сечение, цвет, свивка провода и т.д.).

10 Должны быть сформированы таблицы с информацией о сигналах, проходящих через эл. соединители и клеммные колодки, с целью проведения контроля выполнения ОСТ 1 00406-80 и проведения качественных доработок и модернизаций.

11 Эл. соединители, должны быть подобраны таким образом, чтобы оставался 10% запас эл. контактов под резерв.

12 Взамен одножильным проводам и 2-х, 3-х жильным кабелям, идущим от одной позиции до другой по возможности необходимо применять многожильные кабели. Технологичность сборки эл. жгутов возрастает, на этапе сборки эл. жгутов.

13 По возможности необходимо применять более гибкий провод (возрастает надежность).

14 На этапе проектирования эл. схем постоянно должна проводиться работа по анализу и устранению сборных позиций согласно методике формирования ФЖ, не требующих заделки на борту. Эл. жгут является технологичным, если его можно изготовить на плазу, с дальнейшей транспортировкой и установкой на борт ЛА. На жгут, имеющий в своем составе сборные позиции, невозможно создать 3D модель (создать сложный жгут в электронном представлении).

Требования к разработке БКС. Требования технологичности, предъявляемые к разработке БКС, которые не указаны в ОСТ 1 00155-74 и ОСТ 1 00239-77:

1. Провода и кабели в жгутах должны быть проложены и закреплены так, чтобы была обеспечена:

- невозможность механического повреждения проводов при эксплуатации, доступность для осмотра и обслуживания;

- возможность ремонта бортовой электрической сети заменой целых жгутов или отдельных проводов ЛА в условиях эксплуатации и, как правило, без демонтажа его агрегатов.

2 Соединители должны устанавливаться в местах, где обеспечен к ним свободный доступ.

3 В местах возможного попадания влаги, различных жидкостей на жгут или в соединитель необходимо применять защищенные соединители.

4 Во избежание перепутывания при сочленении двух и более одинаковых соединителей, установленных рядом, необходимо:

- применять цветовую маркировку частей соединителей и мест их установки;

- устанавливать соединители ключами в разные положения.

По возможности не устанавливать два и более одинаковые эл. соединители рядом друг с другом.

5 Средства, используемые для идентификации каждого компонента БКС, не должны отрицательно воздействовать на характеристики этого компонента в течение ожидаемого срока эксплуатации до технического обслуживания.

6 На этапе формирования эл. жгутов они должны быть безошибочно приписаны к сложным жгутам.

7 Должна проводиться оценка оптимального количества физических жгутов с точки зрения удобства монтажа на борту.

8 Конструкция жгутов, входящих в состав БКС, должна обеспечивать высокую технологичность монтажа на изделии с минимальным объемом работ по заделке электрических соединителей непосредственно на борту изделия (не более 5%).

9 БКС должна обеспечивать возможность выполнения работ по техническому обслуживанию, контролю работоспособности, поиску и локализации отказов.

10 К компонентам БКС, наиболее часто осматриваемым и контролируемым в процессе эксплуатации, должен быть обеспечен хороший доступ с инструментом для осмотра и проверки.

11 Провода и кабели должны быть размещены таким образом, чтобы предотвратить возможность их использования в качестве опоры, ступенек или поручней при выполнении монтажно-демонтажных и других работ, связанных с обслуживанием оборудования самолёта.

12 Компоненты БКС должны быть спроектированы и размещены на ЛА таким образом, чтобы обеспечить подход к участкам БКС и элементам конструкции, а также применение инструментального контроля в процессе эксплуатации в местах, где возможно их коррозионное повреждение.

13 Элементы БКС должны присоединяться к агрегатам и блокам оборудования с помощью стандартных эл. соединителей и клеммных колодок, обеспечивающих надежный контакт в электрических соединениях, а также легкий и быстрый демонтаж блоков и агрегатов бортового оборудования.

14 Должен быть обеспечен учет мест прокладки эл. жгутов с точки зрения дополнительной защиты проводов в зависимости от места прокладки.

15 При проектировании должен быть обеспечен учет взаимного расположения эл. позиций и эл. жгутов для обеспечения ЭМС.

Требования к системам автоматизированного проектирования электрических схем и БКС. Система должна соответствовать следующим требованиям:

1 Осуществлять разработку различных типов электрических схем, которые включают в себя:

- блок-схемы, используемые для создания общих пояснений о системе и об ее основных функциях, в которых отображаются главные компоненты системы и взаимосвязи между этими компонентами;

- принципиальные схемы, обеспечивающие отображение электрической схемы, которые могут быть использованы для отслеживания функции схемы без привязки к размерам, форме или местоположению компонентов;

- схемы соединений, обеспечивающие подробное описание всех входящих в них элементов и подключений. Информация со схем может быть использована для дальнейшей передачи логических данных о разводке электропроводки в обстановке летательных аппаратов, разработанных в различных САПР.

2 Иметь центральный каталог, располагающийся на сервере и обеспечивающий инженера различными библиотеками элементов, которые могут быть использованы для построения различных типов схем.

3 Иметь необходимое количество атрибутов и параметров на любом уровне: символ устройства, его вывод, связь между устройствами и т.д., а также использовать эти атрибуты при генерации отчетов и передаче в другие приложения.

4 Иметь 3D-библиотеки электросоединителей, хомутов и прочих элементов, используемых при проектировании БКС.

5 Осуществлять трехмерное проектирование обстановки изделия с использованием библиотек, а также иметь возможность осуществлять обмен моделями между различными САД-системами.

6 Осуществлять трехмерное проектирование электропроводки в сборках механической САПР по логической информации из электрических схем.

7 Осуществлять автоматизированный контроль ошибок в схемах на основе заданных правил, что позволит снизить количество ошибок на этапе разработки схем, что в конечном итоге снизит стоимость изготовления жгутов.

8 Использовать ранее введенные данные об объектах схем, что позволит снизить трудоёмкость разработки схем.

9 Осуществлять автоматическое исправление выявленных ошибок в электрических схемах из базы данных (БД).

10 Коллективная разработка схем в едином информационном пространстве, единое хранение данных и доступ к ним, конфигурирование схем, их элементов, передача из схемного редактора данных с полным набором параметров, описывающих электрическое определение элементов схем.

11 Иметь разработанные жизненные циклы управления проектами, осуществлять электронное согласование/утверждение схем.

12 Осуществлять визуализацию схем для функции проверки, для просмотра схем другими службами, не связанными с разработкой.

13 Осуществлять проведение изменений с автоматическим формированием извещений на основе сравнения версий схем, сохранение у элементов схемы истории выполненных действий над ними и учет их при формировании КД.

14 Формировать КД на кабельную сборку и иметь механизмы автоматизированного получения:

а) данных по распайке разъёмов (соединителей);

б) таблиц соединений для тестирования корректности соединений;

в) плоской модели жгута;

д) полной модели жгута для передачи на соответствующие станки - автоматы.

15 Автоматизация внесения изменений на любом этапе разработки.

Применение автоматизированных систем разработки конструкторской документации (КД) (электронное представление эл. жгута) позволяет использовать автоматизированные средства производства, в результате чего повышается технологичность при производстве БКС. Современные технологии в области изготовления и сборки эл. жгутов требуют цифровые (электронные) данные о жгуте, в связи с этим основной и наиболее актуальной задачей являются связывание различных САПР систем в единое целое, организация единого информационного пространства предприятия, единой БД. Это позволит избежать избыточности данных, хранимых в каждой из систем, уменьшить временной цикл их передачи между подразделениями, а также обеспечить непротиворечивость и своевременное обновление данных.

С этой целью в УФКБ ОАО «Туполев» разработано и постоянно совершенствуется программное обеспечение, связующее Electronic Computer-Aided Design (ECAD) (RSD, Creo-Schematics) и систему управления проектом (PDM) (Windchill систему - Electrical Data Storage (EDS – ПО, разработанную в УФКБ ОАО «Туполев»). Данный связующий модуль (EDS)

обеспечивает выполнение требований, предъявляемых к САПР. По мере внедрения EDS на предприятии удалось сформулировать основные принципы работы и определить стадии жизненного цикла электросхем. Так, были определены 6 стадий жизненного цикла схем на этапе проектирования («в работе», «на проверке», «проверено», «согласовано», «выпущено», «производство»). Каждой стадии соответствует специализация пользователей по ролям, по представлениям данных и по правам доступа. При переходе к следующей стадии электросхемы происходит наследование данных. Причем входными данными каждой следующей стадии являются выходные данные с предыдущей. Ограничение доступа в зависимости от роли обеспечивает для каждого пользователя ролевой группы видимость только тех данных предыдущих стадий, которые специально определены как необходимые на данной стадии. Вместе с тем сохраняется ассоциативная связь с данными предыдущих стадий проектирования. Таким образом, обеспечивается возможность отслеживания любых изменений, выполненных на предыдущих стадиях. При этом гарантируется целостность электросхемы, т.к. все причинно-следственные связи отслеживаются по ссылкам. PDM имеет возможность автоматически извещать разработчика об изменении состояния электросхемы, генерации новой версии, факте взятия электросхемы из хранилища для доработки. Это позволяет информировать о произведенных корректировках данных всех пользователей. Процессы, которые контролируют потоки информации и проведение изменений, выполняются в EDS. EDS дает возможность создавать автоматизированные процессы, которые связывают вместе людей, информацию и приложения. Процессы определяются как пути, по которым проходит информация от одного узла до другого. Узел может означать человека, группу людей, действие или иной процесс. Могут комбинироваться последовательные и параллельные пути. Пользователи или группы пользователей могут быть назначены для проведения определенных действий на каждом этапе. Узлы также автоматически могут производить определенные действия (например, согласование и передача на завод - изготовитель).

Для определения того, как интерпретировать пользовательские решения, применяются разные политики. Например: «все пользователи должны утвердить документ», «любой пользователь может утвердить документ», «пользователь может передать задачу другому пользователю». Пользователи могут утверждать, согласовывать, отказываться утверждать или согласовывать, воздерживаться от утверждения задачи. Данные имеют множество predefined состояний («в работе», «на проверке», «проверено»,

«согласовано», «выпущено», «производство»). Пользователи могут визуально отслеживать текущее состояние любого этапа конкретного процесса (что завершено, что необходимо сделать). Система позволяет наблюдать за состоянием любого процесса в реальном времени, а также создавать отчеты о его текущем состоянии.

Рассмотрим более подробно с точки зрения прохождения жизненного цикла (ЖЦ) - разработку БКС. Конструкторы-разработчики отрисовывают принципиальную электрическую схему на основе Э4. Для этого используется модуль RSD (CreoSchematics). Созданная схема проходит проверку в модуле EDS и осуществляется сдача на хранение в PDM систему нового проекта. При сдаче на хранение осуществляется проверка (контроль ошибок) по следующим критериям:

- не заполнены обязательные параметры;
- отсутствие подключения у провода с одного конца;
- принадлежность элементов другим устройствам;
- несоответствие типов;
- несоответствие сериям действий;
- несоответствие мест установок, бортов;
- несоответствие по маркам проводов;
- несоответствие по сечениям проводов.

В ProEngineer (CreoParametric) на основе габаритных чертежей производится расстановка оборудования, схема дополняется ссылками на трехмерные модели элементов конструкции БКС, которые уже хранятся в каталоге PDM. На основе полученных данных конструктор создает предварительную трехмерную модель БКС. Проектирование трехмерных моделей начинается либо с использования аналога с заимствованием разработанных ранее подобных изделий, либо на основе одной из библиотечных моделей из базы данных PDM. Типовые трехмерные модели заносятся в каталог электрического оборудования.

На сборочной трехмерной модели производится расстановка электрических соединителей, путем выбора из библиотеки Windchill, что позволяет развести кабельные соединения. Можно добавить в компоновку трехмерную модель каркаса или другого неэлектрического элемента. Для этого следует вызвать его из любого другого каталога или CAD системы. Параллельно с трехмерной моделью компоновки в ProEngineer (CreoParametric) может создаваться электромонтажный чертеж – схема соединений. Для этого также используется модуль RSD (CreoSchematics). Готовые изображения УГО для схем соединений выбираются из каталога. Разводка кабелей на схемах осуществляется путем прокладки связей между соединителями. Вид соединения выбирает конструктор в процессе проектирования. Разводка жил кабелей в

ProEngineer (CreoParametric) автоматически переносится из схемы соединений в виде .xml файла. Для проверки, согласования и утверждения ЭКД на БКС запускается соответствующий процесс, к которому это задание прикрепляется. На каждый из узлов БКС назначается проверяющий, начальник или группа начальников смежных бригад, которые имеют возможность принять задание - «согласовать» или отклонить (вернуть на доработку), при желании прокомментировав свое решение. При отказе задание возвращается к разработчику, который производит необходимую доработку модели до уровня поставленных требований. После проверки или выполнения назначенных на узел задач разработчик вводит команду «Завершить задание» и задание автоматически отправляется на следующий этап. После того как задание проверено, согласовано и подписано, в рамках действующего процесса оно попадает заводу-изготовителю. Завод-изготовитель, в свою очередь, имеет возможность создавать (отправлять) задания на доработку БКС или ее элементов, которые посредством адаптера интеграции передаются конструкторам в УФКБ. После согласования с заводом, используя возможности EDS, исполнитель следующего узла преобразует трехмерную модель в чертеж сложного жгута и автоматически получает спецификацию. Весь полученный комплект документации также согласовывается через PDM.

В итоге мы получаем значительное сокращение на этапах согласования, целостность данных вокруг проектируемого изделия, историю его создания и согласования со всеми комментариями. В то же время обеспечивается возможность отслеживания любых изменений, выполненных на всех стадиях, конфиденциальность информации и возможность работы с максимально облегченным представлением моделей на каждой стадии. При этом гарантируется целостность проекта.

Выводы: проектирование в едином информационном пространстве с использованием разработанного программного комплекса позволяет производить поиск ошибок и устранять их на этапе разработки электрической схемы. Это дает возможность сократить время выпуска КД, стоимость изготовления изделия и стоимость устранения ошибки, по сравнению с тем, если бы ошибка была обнаружена на стадии изготовления жгута в производстве. Автоматизированное формирование дополнительной документации на основе разработанных электрических схем (таблицы жгутов, таблицы соединений и т.д.), использование единой БД, использование справочников типов позволяет значительно сократить время на проектирование и сопровождение КД, сократить количество ошибок при заполнении типовых характеристик элементов и проводов, исключить несоответствия в электрических схемах систем самолета.

DEVELOPMENT OF AIRCRAFT HI-TECH ONBOARD CABLE NETWORKS

© 2014 S.V. Biktulov, Ya.N. Chupakhin

Ulyanovsk Branch of Design Office of JSC “Tupolev”

In article the description of the main development stages of technological onboard cable network and applied at the enterprise of aircraft manufacturing branch of technologies of the automated design is given.

Key words: *system of automated design, onboard cable network, design, electric circuit, plait, Routed Systems Designer, Windchill, ProEngineer, ECAD, EDS, Electrical Data Storage, aircraft, error checking*