

УДК 303.064

**ПОСТРОЕНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО
ПРОСТРАНСТВА ИНЖЕНЕРНЫХ ДАННЫХ**

Н.Н. Коблов

Томский политехнический университет
E-mail: nnk2002@mail.ru

Коблов Николай Николаевич, канд. техн. наук, ассистент кафедры точного приборостроения Института неразрушающего контроля ТПУ.
E-mail: nnk2002@mail.ru
Область научных интересов: информационные технологии в приборостроении, компьютеризация научных исследований.

Рассмотрены вопросы построения единого информационного пространства инженерных данных с помощью вновь разработанной автоматизированной системы управления инженерными данными и производством. Разработана и реализована оригинальная концепция документооборота при разработке конструкторской документации, ее согласовании, сдаче в архив и проведении изменений. Особое внимание уделено автоматическому построению электронного состава изделия.

Ключевые слова:

Автоматизированная система управления инженерными данными, электронный состав изделия.

Развитие компьютерной техники, специализированного программного обеспечения, средства разработки собственных программных продуктов, накопленный опыт – все это заложило основу для построения на приборостроительном предприятии сквозной комплексной САПР [1] и разработки собственной PDM-системы для автоматизированного управления инженерными данными и производством (АСУ ИДиП) [2].

В соответствии с концепцией информатизации Роскосмоса [3], политикой предприятия в области качества с целью построения единого информационного пространства (ЕИП) для разработки, согласования, хранения, внесения изменений, обращения электронной технической документации и ведения состава изделия в электронном виде в НПЦ «Полюс» разработана и внедрена автоматизированная система управления инженерными данными и производством (АСУ ИДиП) на всех этапах жизненного цикла изделия (на конец 2012 г. в объеме первой и второй очереди – управление конструкторской документацией и архивом, управление электронным составом изделия). В АСУ ИДиП реализованы следующие функции: интеграция с внешними системами, хранение, классификация, управление изменениями документов, документооборот и управление деловыми процессами, поиск документов по атрибутам и по содержанию, проверка орфографии, управление электронно-цифровой подписью, защита документов и обеспечение безопасности, импорт существующего задела электронной документации.

Первичными данными в АСУ ИДиП являются технические документы, разрабатываемые специалистами предприятия и оформляемые в электронном виде. Все разрабатываемые электронные технические документы (ЭТД) помещаются в общую базу данных об изделии (ОБДИ) для оперативного доступа (по назначенным правам) сотрудников всех подразделений предприятия (рис. 1).

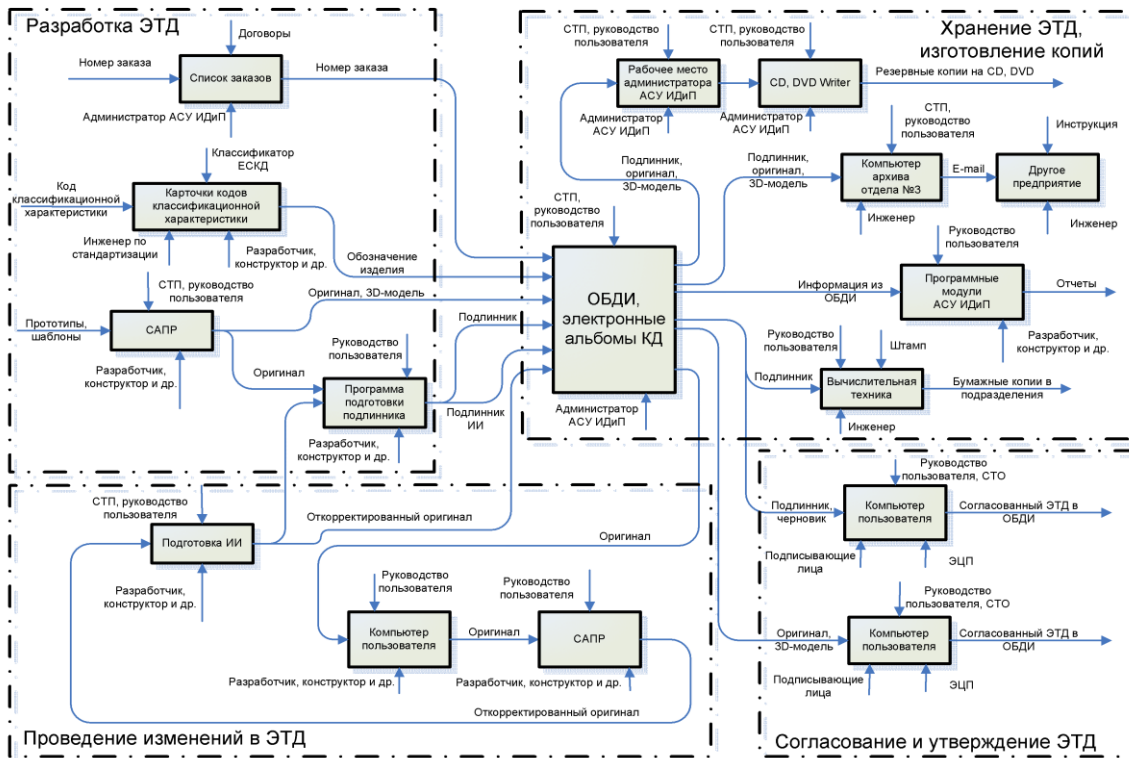


Рис. 1. Структурная схема функционирования АСУ ИДиП

В формируемой АСУ ИДиП базе данных сосредоточена вся информация о разработанных изделиях и выпущенных ЭТД: их обозначения и наименования, дата выпуска, все сделанные в процессе жизненного цикла изменения ЭТД, электронно-цифровые подписи, файлы содержательной части (оригиналы, подлинники, трехмерные модели, черновики, результат сравнения с предыдущим изменением), учтенные для изменений альбомы конструкторской документации, дерево входимостей документов.

Процесс разработки и согласования документов на предприятии остается без изменений, при этом бумажный документооборот заменяется на аналогичный электронный, что, в свою очередь, существенно ускоряет внедрение АСУ ИДиП.

В АСУ ИДиП подлинником ЭТД является файл в платформонезависимом нередатируемом многолистовом растровом формате TIF. Электронный подлинник формируется автором ЭТД с помощью специальной методики и соответствующего программного обеспечения. На момент изготовления файла-подлинника и момент внесения последнего изменения в файл-оригинал накладывается следующее условие: $t_{ор} < t_{подл}$, где $t_{ор}$ – момент (дата и время) внесения последнего изменения в файл-оригинал; $t_{подл}$ – момент (дата и время) изготовления файла-подлинника с файла-оригинала. Вышеприведенные свойства электронного подлинника совместно с данным условием в достаточной степени гарантируют соответствие файла-оригинала и файла-подлинника.

В АСУ ИДиП организована совместная работа всех подразделений с ЭТД, а также его параллельное согласование в электронной форме путем применения электронно-цифровой подписи. Для уведомления о поступлении входящих документов каждый день автоматически осуществляется рассылка текстовых сообщений на компьютеры пользователей и их сотовые телефоны (по желанию).

При согласовании ЭТД АСУ ИДиП автоматически формирует черновик версии ЭТД – электронный документ, являющийся аутентичной копией подлинника, предназначенный для хранения аннотаций, формируемых подписывающими лицами при согласовании документа. В черновик подписывающие лица вносят замечания в виде цветных графических объектов

(рис. 2). После просмотра ЭТД подписывающим лицом в поле «Дата подписания» проставляется дата и время просмотра, а в случае подписания – дата и время подписания.

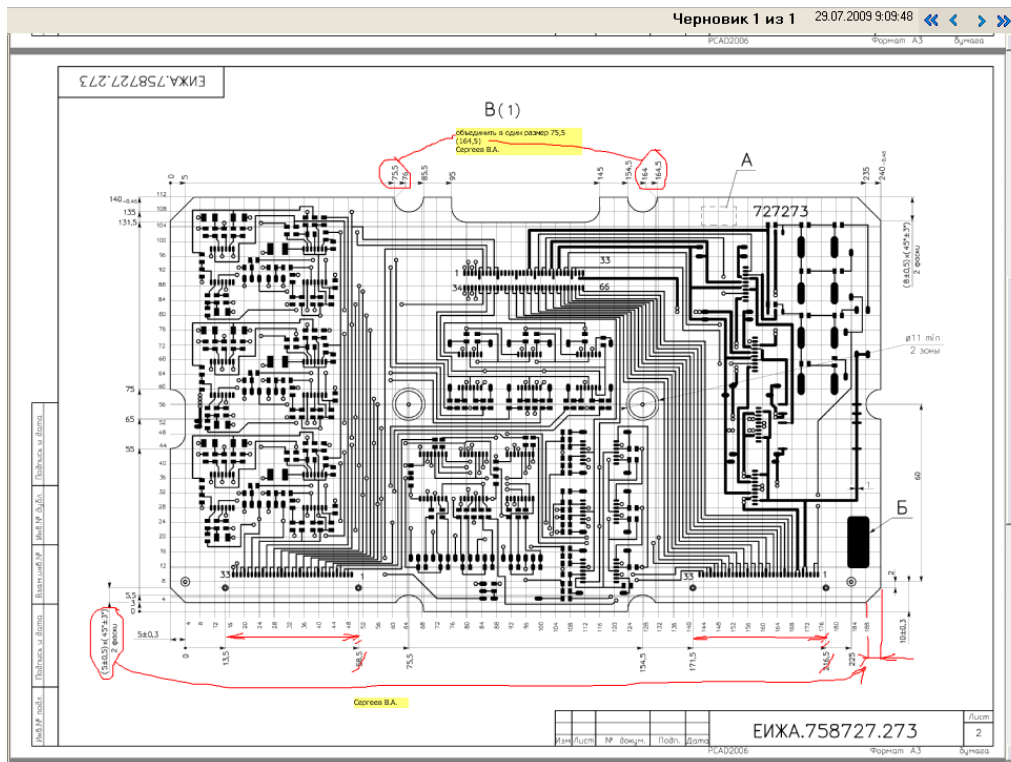


Рис. 2. Черновик ЭТД

Подразделения предприятия в рамках единого информационного пространства автоматически получают через АСУ ИДиП учетные для изменения электронные альбомы конструкторской документации (КД) с автоматически построенным деревом входимостей документов (рис. 3), включающие вновь разработанные и примененные документы.

В диалоговом окне сверху указываются атрибуты альбома КД: заказ, подразделение, обозначение и наименование изделия. В левой части представлено дерево входимостей документов, начиная с головной спецификации альбома, а в правой – полный список комплекта чертежей изделия, входящих в альбом.

Одним цветом выделены имеющиеся в ОБДИ документы, а другим – отсутствующие. С помощью кнопки «Подлинник в одном окне» открывается подлинник документа. Через контекстное меню на форме подлинника документа осуществляется печать документа на бумажный носитель.

Список документов, входящих в изделие, отсортирован по обозначению, что позволяет сотрудникам архивного подразделения предприятия распечатать и скомплектовать в виде бумажного альбома КД комплект чертежей изделия.

В графе «Перв. примен.» указан заказ по первичной применяемости. Если документ впервые применен в данном альбоме, то графа остается незаполненной.

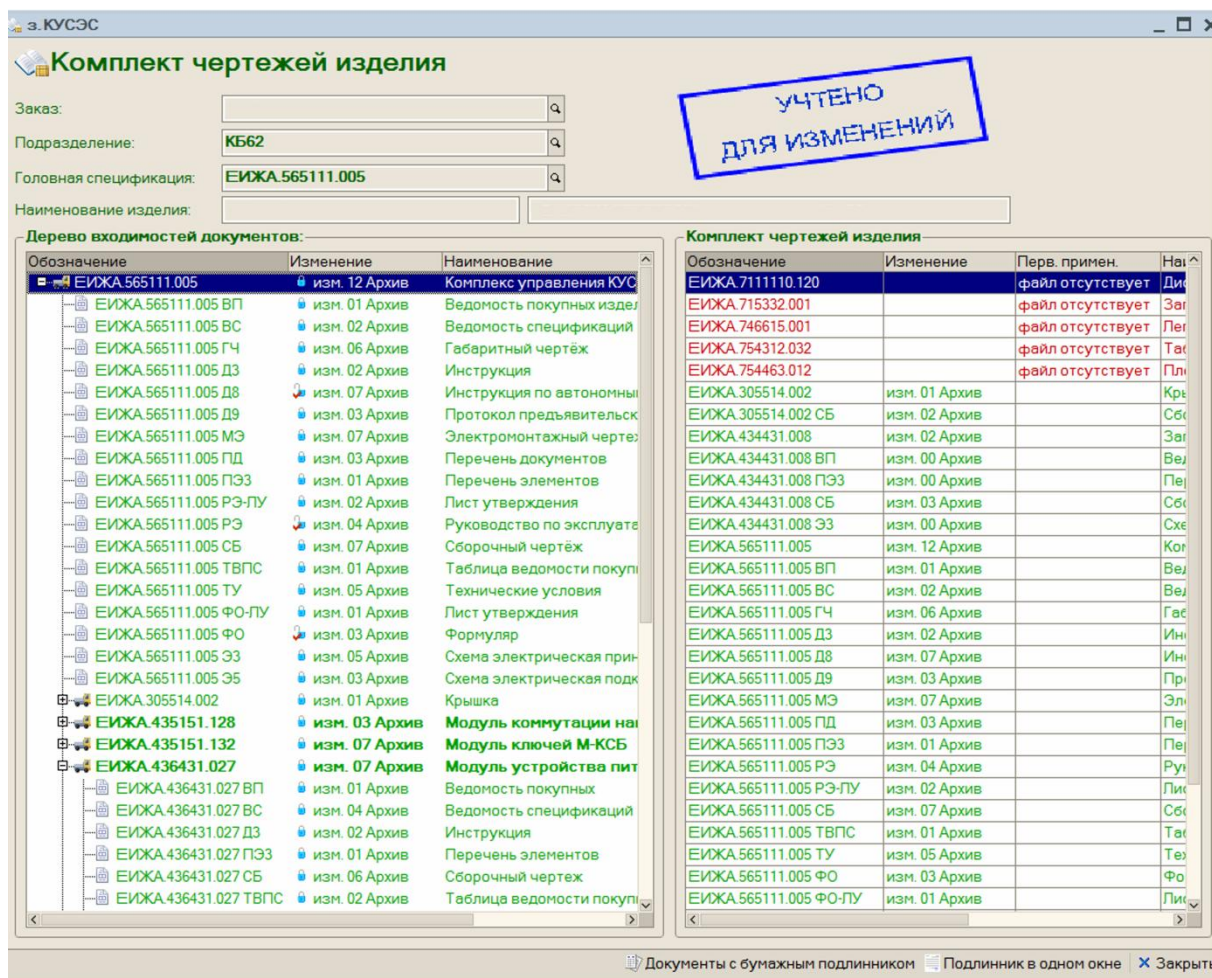


Рис. 3. Комплект чертежей изделия по заказу

В момент сдачи очередного альбома КД в архив для каждого ЭТД автоматически формируется дерево применяемости (рис. 4). Общее количество альбомов, в которые входит данный ЭТД, записывается в атрибут «Количество применений», на основании которого формируется список ЭТД, входящих в альбом «Большая применяемость».

Обозначение документа	Заказ	Альбом
ЕИЖА.758726.560	361044	МКН
ЕИЖА.469135.495	361044	МКН
ЕИЖА.435151.133	361044	МКН
ЕИЖА.468361.222	361044	УКУ
ЕИЖА.565111.006	361044	АРК СЭС

Рис. 4. Дерево применяемости

Разработчики, конструкторы, технологи и другие специалисты могут оперативно обмениваться информацией по изделию, отслеживать изменения в конструкторских документах, которые становятся им доступны уже на этапе проектирования, что позволяет предварительно их оценить (до начала этапа согласования) и сформировать свои предложения по корректировке. В АСУ ИДиП руководители проектов, начальники лабораторий, начальники отделов в реальном времени отслеживают процесс и сроки разработки документации, оценивают состав проектируемых приборов, номенклатуру и стоимость покупных изделий.

После согласования и утверждения ЭТД автор сдает его в электронный архив. Сотрудник архива распечатывает с электронного подлинника бумажный дубликат, с которого изготавливаются бумажные копии, рассылаемые в подразделения предприятия.

При проведении изменений в конструкторской документации в АСУ ИДиП автоматически формируется печатная форма извещения об изменении. Так как изменения в документацию проводятся путем замены листов подлинника, возникает вопрос: «Что изменилось?». В примечании к извещению об изменении автор изменения описывает его, но не всегда возможно корректно текстом описать графические поправки. Для графической визуализации проведенных изменений в АСУ ИДиП автоматически сравниваются предыдущий и последующий подлинники документа, в результате чего формируется графический образ, в котором черным цветом показана неизменная графика, красным цветом – то, что было, а зеленым – то, что стало (рис. 5).

АСУ ИДиП не только управляет КД и архивом, но и решает другую очень важную, характерную для подобных систем задачу, без чего невозможно говорить об эффективном управлении инженерными данными, – формирование и управление электронной структурой изделия (ЭСИ). Система содержит информацию о составе всех изделий, их исполнениях и конфигурациях.

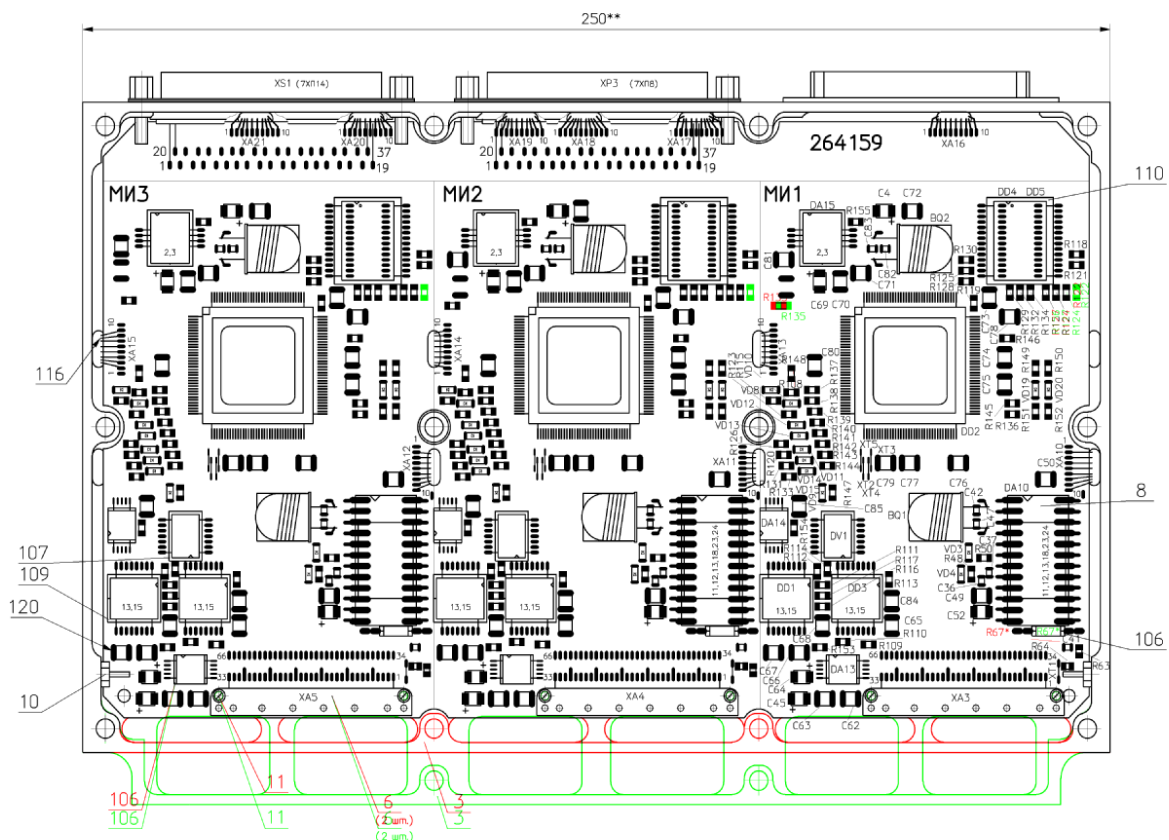


Рис. 5. Графическая визуализация проведенных изменений

Общие требования к ЭСИ устанавливает ГОСТ 2.053-2006 «Электронная структура изделия. Общие положения», согласно которому это конструкторский документ, выполняемый только в электронной форме и предназначенный для использования в компьютерной среде. Он обобщает, консолидирует технические данные об изделии и предназначен для организации информационного взаимодействия между автоматизированными системами. Иными словами, ЭСИ предоставляет не только информацию о составных частях изделия, но и описывает их структуру, взаимосвязь, иерархию. Важная особенность – наличие нескольких представлений состава изделия для различных предметных областей. Так, в АСУ ИДиП ЭСИ строится на основе имеющихся в базе данных текстовых ЭТД и имеет три таких представления: электронный функциональный состав изделия (ЭФСИ), формируемый по головному перечню элементов с учетом входящих устройств, функциональных групп и переменных данных; электронный конструкторский состав изделия (ЭКСИ), формируемый по всем разделам головной спецификации с учетом входящих сборочных единиц, функциональных групп, переменных данных и раздела

«Устанавливать по МЭ» (рис. 6); электронный покупной состав изделия (ЭПСИ), формируемый по головной ведомости покупных изделий с учетом входящих устройств и переменных данных.

В АСУ ИДиП хранится вся история изменений ЭТД (номер изменения, дата сдачи в архив, дата аннулирования), поэтому всегда известно, какое изменение было актуально (находилось в состоянии «Архив») на тот или иной момент времени. Чтобы отследить, как изменялся состав того или иного изделия, пользователь может формировать ЭФСИ, ЭПСИ и ЭКСИ на разные даты и сравнивать их между собой.

Обозначение	Изменение	Форм.	Пол.	Наименование	Кол.	Раздел спецификации	Позиционное обозначение
ЕИЖА.565111.005	изм. 07 Архив			Комплекс управления КУЭС	1		
ЕИЖА.565111.005 ТВПС		A4		Таблица ведомости покупных изделий и с...		Документация	
ЕИЖА.565111.005 ПЗ3		A4		Перечень элементов		Документация	
ЕИЖА.565111.005 ПД		A4		Перечень документов		Документация	
ЕИЖА.565111.005 ВП		A4		Ведомость покупных изделий		Документация	
ЕИЖА.565111.005 35		A1		Схема электрическая подключения		Документация	
ЕИЖА.565111.005 33		*		Схема электрическая принципиальная		Документация	
ЕИЖА.565111.005 Г4		A3		Габаритный чертёж		Документация	
ЕИЖА.565111.005 ВС		A3		Ведомость спецификаций		Документация	
ЕИЖА.565111.005 СБ		A3		Сборочный чертёж		Документация	
ЕИЖА.305514.002	изм. 00 Архив	A4	1	Крышка	1	Сборочные единицы	
ЕИЖА.435151.128	изм. 02 Архив	A4	3	Модуль коммутации напряжения МКН	1	Сборочные единицы	
ЕИЖА.435151.128 СБ		A3		Сборочный чертёж		Документация	
ЕИЖА.435151.128 ВП		A3		Ведомость покупных изделий		Документация	
ЕИЖА.435151.128 ТВПС		A4		Таблица ведомости покупных и специфик...		Документация	
ЕИЖА.435151.128 Д3		A4		Инструкция		Документация	
ЕИЖА.469133.140	изм. 04 Архив	A4	1	Узел коммутации напряжения	1	Сборочные единицы	
ЕИЖА.469133.140 СБ		A3		Сборочный чертёж		Документация	
ЕИЖА.435151.128 ПЗ3		A4		Перечень элементов		Документация	
ЕИЖА.411111.059		A4	1	Шунт	4	Сборочные единицы	RS1, RS2, RS3, RS4
ЕИЖА.469137.362		A4	2	Колодка	1	Сборочные единицы	
ЕИЖА.469137.362-02		A4	3	Колодка	2	Сборочные единицы	
ЕИЖА.469155.500-09...		A4	7	Диодная сборка	8	Сборочные единицы	DV3...DV10
ЕИЖА.671171.342	изм. 01 Архив	A4	8	Трансформатор 171342	1	Сборочные единицы	TV1
ЕИЖА.671345.091	изм. 02 Архив	A4	9	Дроссель 345091	1	Сборочные единицы	L1
ЕИЖА.687254.417	изм. 00 Архив	A4	10	Основание	1	Сборочные единицы	
ЕИЖА.733111.119		A3	12	Колодка	2	Детали	
ЕИЖА.733111.119-03		A3	13	Колодка	2	Детали	

Рис. 6. Электронный конструкторский состав изделия

На основе ЭФСИ и ЭПСИ автоматически формируются сводные ведомости на конкретное изделие по прочим изделиям, а на основе структурированных данных ЭКСИ – сводная ведомость по всем разделам спецификации. Эти данные необходимы для подготовки изделия к производству и закупки комплектующих для него. Сводная ведомость по ЭКСИ содержит исходные данные для передачи их в контур управления производством. Кроме того, есть возможность сравнивать между собой полученные сводные ведомости и тем самым выявлять расхождения в документации разработчика и конструктора.

При проектировании любого изделия или узла разработчик всегда должен руководствоваться требованиями, поставленными перед ним заказчиком, и в итоге выдать продукт, полностью соответствующий техническому заданию. Одним из обязательных критериев при этом всегда выступает цена изделия, а для космической отрасли на первый план выходит и его масса. Но часто на стадии разработки бывает сложно точно оценить значения этих параметров и определить, какие комплектующие лучше использовать, чтобы вписаться в заданные границы. Использование ЭСИ помогает решить эту проблему: зная иерархию, количество, массу и цену отдельных элементов (к примеру, ЭРИ), легко подсчитать массу всей сборки, причем сделать это в реальном времени.

Наличие ЭСИ открывает еще ряд возможностей: автоматическое сравнение списка ЭРИ, примененных в принципиальной электрической схеме (данные из файла с расширением sch), с соответствующим ей перечнем элементов; автоматическое сравнение списка ЭРИ, полученного на основе сборочного чертежа (данные из файла с расширением pcb), с соответствующим

шей ему спецификацией; поиск и подсчет количества отдельных ЭРИ и материалов, примененных в изделии, с указанием конкретных документов, в которых они задействованы.

Данный подход позволяет обрабатывать уже существующий на предприятии задел документации и не требует от пользователей каких-либо дополнительных усилий на переобучение и на переработку хранимых документов. При этом все данные вводятся единожды и далее доступны всем сотрудникам.

С внедрением АСУ ИДиП сокращается время на согласование документов, упорядочивается доступ к ним, обеспечивается их быстрый поиск, уменьшаются затраты и, как следствие, повышается прибыль.

Внедрение АСУ ИДиП в НПЦ «Полус» позволило построить единое информационное пространство, в котором осуществляется разработка, согласование и сдача в архив конструкторской документации, а также перевести работу разработчиков, конструкторов, технологов на качественно новый уровень. Благодаря тому, что проект является собственной разработкой, он постоянно развивается и может быть внедрен на других предприятиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.П., Коблов Н.Н., Хрулев Г.М. Современные технологии автоматизации проектирования РЭА специального назначения. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – 134 с.
2. Коблов Н.Н. Разработка и внедрение автоматизированной системы управления инженерными данными // Электронные и электромеханические системы и устройства: Тезисы докладов XVIII науч.-техн. конф. – Томск, 22–23 апреля 2010. – Томск: ООО «Печатная мануфактура», 2010. – С. 228–230.
3. Концепция информатизации Роскосмоса. URL: <http://www.federalspace.ru/main.php?id=13&did=928&print=1> (дата обращения: 15.09.2012).

Поступила 05.02.2013 г.