

Методология создания электронной структуры изделия при разработке высокотехнологичных изделий электронной техники

Кузнецова Е.С.^{1,2}, Былинкин И.К.¹

¹АО «НИИ «Субмикрон»

²Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

Аннотация: Рассмотрен традиционный цикл изготовления высокотехнологичного изделия электронной техники и разработана методология по его оптимизации. Проведена взаимосвязь между этапами разработки конструкторской документации и электронной структуры изделия. Методология позволила существенно сократить срок изготовления изделий за счет параллельной разработки электронной структуры изделия с изделием. Приведено обоснование рациональности применения методологии при проектировании.

Ключевые слова: электронная структура изделия, 1С: PLM, закупка комплектующих.

Введение

Общемировая тенденция по цифровизации бизнес-процессов продолжает доказывать свою эффективность в разных областях науки и отраслях производства [1]. Даже частичный переход к электронным документам позволяет повысить скорость разработки продукции и ее качество за счет отсутствия перехода «цифровая среда проектирования» – работа с архивной документацией – «цифровая среда обеспечения и подготовки производства». При разработке изделий создается комплект документов, объединенный спецификацией изделия, фактически, создание документа спецификации является окончанием процесса проектирования и завершения соответствующего этапа работы.

Методология создания электронной структуры изделия

В традиционном цикле изготовления изделия, рисунок 1, при переходе от этапа проектирования к этапу производства [2] существует необходимость полностью анализировать комплект документов для закупки комплектующих и изготовления изделия, при этом следует принимать во внимание не только комплект конструкторской документации, но и рассматривать документацию технологическую с целью обеспечения необходимых технологических

запасов материалов, подготовки производственной оснастки и приспособлений.

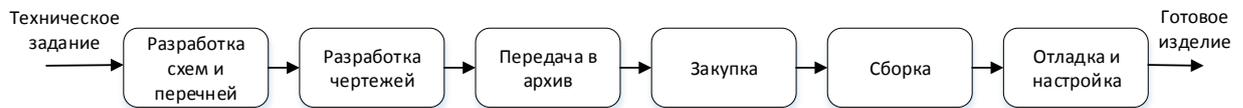


Рис. 1. – Упрощенный традиционный цикл изготовления изделия

В этой работе рассматривается возможность разработки и апробации методологии [3], которая позволит осуществлять конструкторскую подготовку производства автоматизированным способом без необходимости полного анализа ранее выпущенных документов. Предполагается, что это позволит ускорить изготовление изделия, а также уменьшить количество ошибок на этапе подготовки производства.

Учитывая необходимость представления полного комплекта конструкторской документации, выполненной в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации, как результата выполнения этапа проектирования изделия и в соответствии с возможностями, предоставленными ГОСТ 2.102-2013 и ГОСТ 2.053-2013, рассмотрим предложение автоматизации подготовки производства с использованием электронной структуры изделия (ЭСИ) [4]. ЭСИ представляет собой документ, содержащий в электронной форме информацию о сборочной единице. Конструктивная ЭСИ может использоваться вместо спецификации, в качестве основного конструкторского документа, но в данной работе рассмотрим возможность параллельного использования ЭСИ в дополнение к спецификации, это обусловлено требованиями заказчика.

ЭСИ формируется в интерактивной информационной среде [5] в соответствии с требованиями ГОСТ 2.053-2013, иными нормативными документами организации и требованиями заказчика. Рассматриваемая

информационная среда – система 1С: PLM, на ее примере будет производиться описание методологии разработки.

Основная идея заключается в следующем – ЭСИ необходимо разрабатывать параллельно с комплектом технических документов в соответствии со стадией разработки изделия, а реализация ЭСИ, например, по части закупки элементов, содержащихся в ней, должна происходить синхронно с любым изменением в ЭСИ [6].

Рассмотрим подробнее жизненный цикл ЭСИ.

Инициализация создания ЭСИ происходит в момент получения технического задания (ТЗ) на разработку изделия. В этот момент наполнение ЭСИ ограничивается такими атрибутами, как обозначение и наименование.

В процессе работы над проектом на этапах технического или эскизного проектирования разрабатывается структурная схема, например, схема деления E1, после ее разработки ЭСИ наполняется составными частями изделия.

Важным моментом наполнения ЭСИ является инвариантное использование разрешенных к применению компонентов, это обеспечивается использованием компонентов из ограничительного перечня организации, которые являются частями системы 1С: PLM [7]. Ограничительный перечень формируется на основании потребности от разработчиков с учетом требований нормативных документов, элементы ограничительного перечня передаются в электронном виде в рабочую библиотеку компонентов AltiumDesigner, это обеспечивает возможность разработки изделий только из элементов, входящих в ограничительный перечень, рисунок 2.



Рис. 2. – Упрощенная схема сквозного маршрута введения элемента в конструкторскую документацию

По мере выполнения работ по проектированию наступает момент перехода от схем функциональных и описывающих изделие к схемам принципиальным (проектирование "сверху-вниз"). На этом этапе создаются электрические схемы и данные из ВОР, создание которого поддерживается всеми системами автоматизированного проектирования (САПР), загружаются в ЭСИ для ее наполнения, на этом этапе возможна и должна быть реализована первая опережающая закупка комплектующих, это особенно актуально для компонентов, имеющих длительный срок поставки. На основе данных из ЭСИ есть возможность автоматизированного формирования перечней элементов в соответствии с требованиями ЕСКД.

Параллельно с созданием первой ЭСИ, подходящей для начала комплектования, происходит передача схемотехнической документации в конструкторские подразделения для проработки и в подразделения предприятия, отвечающие за надежность изделия и правильность применения его электрорадиоизделий (ЭРИ) с учетом условий его эксплуатации, определенных в техническом задании, рисунок 3.

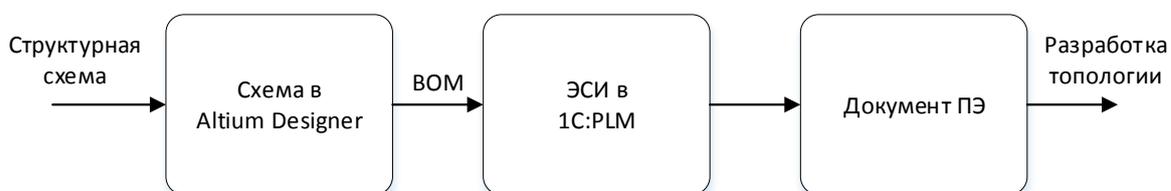


Рис. 3. – Упрощенная схема маршрута проектирования изделия с созданием ЭСИ.

С целью осуществления закупки, создается версия ЭСИ, это позволяет продолжать наполнение основной ЭСИ, при этом следующие изменения, вызванные продолжением разработки, не должны оказывать влияние на уже сформированные перечни для комплектования [8].

После проектирования топологии происходит разработка чертежей изделия, на этом этапе в ЭСИ вносятся данные о сборочных единицах, важно, чтобы данные имели все требуемые реквизиты. Этот процесс завершается созданием версии ЭСИ, содержащей сведения об ЭРИ, введенных на первом этапе схмотехнического проектирования, также об ЭРИ, добавленных или замененных в процессе конструкторской проработки, и информацией об основных механических деталях и печатных платах [9].

Вышеуказанные события являются катализатором второй итерации закупочных процедур, при этом очень важным аспектом является сравнение версий ЭСИ для определения закупочной потребности в текущий момент времени, происходит формирования дефицитной ведомости с исключением "задвоения" закупаемых ЭРИ.

Следующим этапом жизненного цикла ЭСИ является актуализация данных в ЭСИ после передачи конструкторской документации в архив организации. На основе данных актуализированной ЭСИ производится следующая итерация корректировки закупки, рисунок 4.

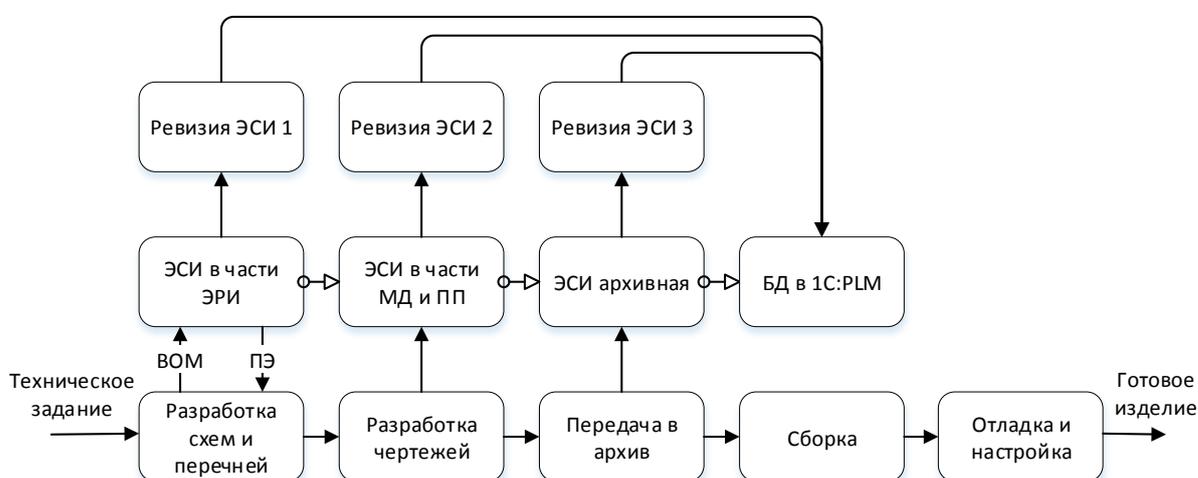


Рис. 4 – Оптимизированный цикл изготовления изделия с предварительным комплектованием

Методология создания ЭСИ является итеративной [10], таким образом есть возможность на любом этапе вернуться в начало и заново действовать в соответствии с разработанным маршрутом.

Все версии, по которым были произведены закупки, сохраняются и могут быть использованы в том числе для анализа эффективности разработки.

Учитывая текущие производственные реалии, во многом обусловленные внешнеполитической обстановкой, производственные циклы на предприятиях-изготовителях ЭРИ значительно удлинились. Например, срок поставки некоторых типов микросхем или соединителей доходит до двух лет с момента заключения договоров. Типовой средний срок поставки общей массы ЭРИ составляет около одного календарного года, без учета процесса заключения договора, который может длиться до шести месяцев.

Принимая во внимание, что этап разработки рабочей конструкторской документации требует не менее одного года, а высокая, но не окончательная, готовность к заказу комплектации наступает не ранее, чем через 6 месяцев от начала проектирования, опережающий заказ ЭРИ по ЭСИ может вдвое сократить сроки комплектования изделий в части сложных и "долгих" позиций.

Заключение

В результате, за счет разработки и внедрения методологии создания ЭСИ удалось сократить срок производства высокотехнологичных изделий электронной техники, существующие при этом риски приобретения "лишней" комплектации нивелируются повышением шансов своевременного выполнения работ по изготовлению образцов, что является практически

невозможным в текущих реалиях при работе по классической линейной схеме "разработка конструкторской документации – архив –снабжение".

Количество итераций проведения закупочных процедур должно определяться Главным или Генеральным конструктором изделия исходя из соображений состояния разработки на текущий период и с учетом функциональной сложности изделия, например, создание большого комплекса потребует не менее трех итераций комплектования по рабочим ЭСИ и финальной дозакупки по результатам сравнения конструкторской документации, заложенной в архив с ее дублером в виде ЭСИ.

Литература

1. Alekseev A.O., Gureev K.A., Kharitonov V.A. Intellectual modeling technologies of investment market // Applied Mathematical Sciences.2013. Т.7. № 137-140, pp. 6825-6848.

2. Ho, M. W. Risk management in large physical infrastructure investments: the context of seaport infrastructure development and investment // Maritime Econom. Log. 2006. № 8 (2). pp. 140–168.

3. Protalinsky, O. Cognitive Model of the Balanced Scorecard of Manufacturing Systems // Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2020. Studies in Systems, Decision and Control. – Springer, Cham., 2021. – Vol. 337. URL: [org/10.1007/978-3-030-65283-8_47](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65283-8_47).

4. Лихачев А. М., Абрамович А. В., Присяжнюк А. С. Концептуальные основы создания и развития автоматизированной системы управления ОАЦСС ВС РФ // Информация и космос, 2016, № 2. с. 6-21.

5. Нечитайло Н.М. Применение методов управления запасами для обоснования периодичности и объемов резервного копирования информации // Инженерный вестник Дона, 2020, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2020/6423.

6. Аунг Чжо Мью, Анисимов А.А., Гагарина Л.Г., Портнов Е.М. Методика повышения эффективности управления ресурсоемкими задачами в распределенных вычислительных системах // Инженерный вестник Дона, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/6294.

7. Стародубцев Ю.И., Иванов С.А., Вершенник Е.В., Вершенник А.В., Закалкин П.В., Шевчук А.Л., Карасенко А.О. Способ определения оптимальной периодичности контроля состояния сложного объекта // Патент Российской Федерации № 2718152. 2020. Бюл. № 10. URL: fips.ru/ofpstorage/BULLETIN/IZPM/2020/04/10/INDEX_RU.HTM.

8. Curti F., Gerlach J., Kazinnik S., Lee M., Mihov A. Cyber Risk Definition and Classification for Financial Risk Management // Federal Reserve Bank of Richmond. 2020. 28 p.

9. Гаглоева И.Э. К вопросу об оптимизации бизнес-процессов предприятия // Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация». – Самара: ООО «Офорт», 2016. – С. 308 - 310.

10. Лотов, А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.

References

1. Alekseev A.O., Gureev K.A., Kharitonov V.A. Applied Mathematical Sciences. 2013. T.7. № 137-140, pp. 6825-6848.

2. Ho, M. W. Maritime Econom. Log. 2006. № 8 (2). pp. 140–168.

3. Protalinsky, O. Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2020. Studies in Systems, Decision and Control. Springer, Cham., 2021. Vol. 337. URL: [org/10.1007/978-3-030-65283-8_47](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65283-8_47).

4. Lixachev A. M., Abramovich A. V., Prisyazhnyuk A. S. Informaciya i kosmos, 2016, № 2. pp. 6-21.



5. Nechitajlo N.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2020/6423.
6. Aung Chzho M`yu, Anisimov A.A., Gagarina L.G., Portnov E.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/6294.
7. Starodubcev Yu.I., Ivanov S.A., Vershennik E.V., Vershennik A.V., Zakalkin P.V., Shevchuk A.L., Karasenko A.O. Patent RF 2718152. 2020. Bull. № 10. URL: fips.ru/ofpstorage/BULLETIN/IZPM/2020/04/10/INDEX_RU.HTM.
8. Curti F., Gerlach J., Kazinnik S., Lee M., Mihov A. Cyber Risk Definition and Classification for Financial Risk Management. Federal Reserve Bank of Richmond. 2020. 28 p.
9. Gagloeva I.E`. Sovremennyy`e problemy` nauki i obrazovaniya: voprosy` teorii i praktiki: materialy` Mezhdunarozhnoj nauchno-prakticheskoy konferencii NICz «Povolzhskaya nauchnaya korporaciya». Samara, ООО «Ofort», 2016. pp. 308 - 310.
10. Lotov, A.V., Pospelova I.I. Mnogokriterialnye zadachi prinyatiya reshenij [Multicriteria decision problems]. M.: MAKS Press, 2008. 197 p.

Дата поступления: 26.01.2024

Дата публикации: 7.03.2024