

*Дмитриев Антон Игоревич, 2 курс магистратуры МИЭТ,
Институт микроприборов и систем управления имени Л.Н. Преснухина
(Институт МПСУ), кафедра «вычислительная техника»*

МЕТОДИКА ПЕРЕВОДА ПРОЕКТА ИЗ БАЗИСА ПЛИС В БМК

Аннотация: Цель данной работы заключается в изучении вопросов, которые касаются разработки методики перевода проекта из базиса ПЛИС в БМК. В ходе выполнения данной работы был изучен имеющийся материал по тематике исследования, рассмотрены понятие БМК, его основные преимущества и недостатки, а также приведена методика перевода проекта из базиса ПЛИС в БМК. В заключении работы отмечается, что технология проектирования ПЛИС-БМК обладает возможностью проведения процесса отработки созданного проекта с помощью собственных средств самой ПЛИС, которая находится в составе изделия. Однако в данной технологии невозможно применять возможности самих БМК, которые основаны на стандартных методах и маршрутах процесса проектирования и направлены, в первую очередь, на выпуск годных изделий даже при их первом производстве.

Ключевые слова: БМК, ПЛИС, проект, микросхема, проектирование, производство.

Abstract: The purpose of this work is to study the issues related to the development of a methodology for transferring a project from the FPGA basis to the ASIC. In the course of this work, the available material on the subject of the study was studied, the concept of the ASIC, its main advantages and disadvantages were considered, and the methodology for transferring the project from the FPGA basis to the ASIC was presented. In conclusion, it is noted that the FPGA-ASIC design technology has the ability to carry out the process of working out the created project

with the help of the FPGA itself, which is part of the product. However, in this technology, it is impossible to use the capabilities of the ASIC itself, which are based on standard methods and routes of the design process and are primarily aimed at producing suitable products even at their first production.

Keywords: ASIC, FPGA, project, chip, design, production.

Современное проектирование электронных устройств является достаточно трудоемким процессом и занимает огромный временной промежуток. В процессе его выполнения разработчик решает достаточно большой круг технических задач, связанных с:

- выбором необходимой элементной базы;
- проработкой рабочих алгоритмов изделия;
- выбором необходимых интерфейсов для обмена данными между составными частями готового устройства;
- созданием готовой конструкции изделия и топологии входящих в него печатных плат;
- отработкой корректности работы используемого программного обеспечения и т.п.

В процессе выполнения данных операций разработчик должен руководствоваться определенными методиками и маршрутами разработки, с помощью которых реализуются требуемые задачи с использованием программных или аппаратных средств. В связи с этим данный процесс можно с уверенностью называть технологией проектирования [1].

В последние годы в процессе создания изделий, которые применяются в космической тематике, достаточно большое распространение получили микросхемы и технологии проектирования, в которых используются базовые матричные кристаллы (БМК). Данные технологии создавались с использованием базовых элементов и уже известных технологий проектирования. С появлением программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) данная технология получила новый виток в своем развитии, в

связи с чем можно с уверенностью сказать, что изучение вопросов, которые касаются технологии ПЛИС-БМК, является весьма актуальным в настоящее время.

Под БМК принято понимать универсальную микросхему, которая выполнена на базе кремниевой структуры, внутри которой создаются кристаллы с матрицей, которая содержит в себе набор транзисторов. Название «базовые» появилось потому, что каждый из шаблонов, который используется в процессе фотолитографии (кроме слоев, отвечающих за металлизацию), остается постоянным независимо от того, какая из схем будет создана. Каждый из транзисторов, который формируется в структуре, будет расположен в виде регулярной матрицы, откуда и пошло название «матричные».

По сравнению с программируемыми логическими интегральными схемами, где все соединения между транзисторами формируются программно, механизм функционирования БМК определяется еще на этапе их создания в процессе фотолитографии.

Среди основных преимуществ БМК можно выделить следующие:

- отсутствие «лишних» транзисторов, что приводит к значительному упрощению готовой схемы и увеличению надежности;
- наличие готовых схемотехнических решений и обширных библиотек «матричных» ячеек снижает длительность разработки и увеличивает качество процесса разработки;
- в одном базовом матричном кристалле могут быть сформированы аналоговые и цифровые матрицы;
- конечные размеры базового матричного кристалла, что существенно облегчает процессы автоматизированного расположения ячеек и дальнейшего синтеза топологии схемы;
- наличие «базовых» шаблонов существенно сокращает время изготовления и финансовые затраты на производство схемы;
- схемы, созданные на базе БМК, не нуждаются в дополнительных квалификационных испытаниях [2].

К основным недостаткам технологии проектирования изделий с использованием базовых матричных кристаллов можно отнести отсутствие какой бы то ни было возможности изучения проекта схемы в готовом изделии, что обычно приводит к достаточно большому числу корректировок и дополнительному изготовлению схем при проведении разработки устройства.

В связи с этим, создание ПЛИС, которые дают возможность с легкостью корректировать готовый проект схемы внутри аппаратуры, стало очередным шагом в модернизации методологии создания готовых изделий. Использование технологии проектирования с использованием ПЛИС существенно сокращает время проектирования, снижает материальные и физические затраты, а также обеспечивает наивысшую гибкость в случае, когда требуется провести модификацию изделия. Кроме этого, весь процесс разработки осуществляется разработчиком на едином рабочем месте и не требует дополнительных перемещений [3].

Однако вследствие того, что ПЛИС имеют достаточно высокую стоимость, а также с учетом всех существующих в настоящее время санкционных ограничений, возникает задача осуществления перевода текущих проектов из базиса ПЛИС в базис БМК. В настоящее время существует методология, в рамках которой производится отработка макетных образцов аппаратуры на ПЛИС с последующей их заменой на БМК. Наиболее сложным этапом указанной методологии является переход от проекта ПЛИС к проекту БМК, который, как правило, требует полного перепроектирования. Это обусловлено конструктивными особенностями ПЛИС, применяемыми методами проектирования, особенностями библиотек элементов [4].

На рисунке 1 приведена последовательность действий методики перевода проекта из базиса ПЛИС в БМК.

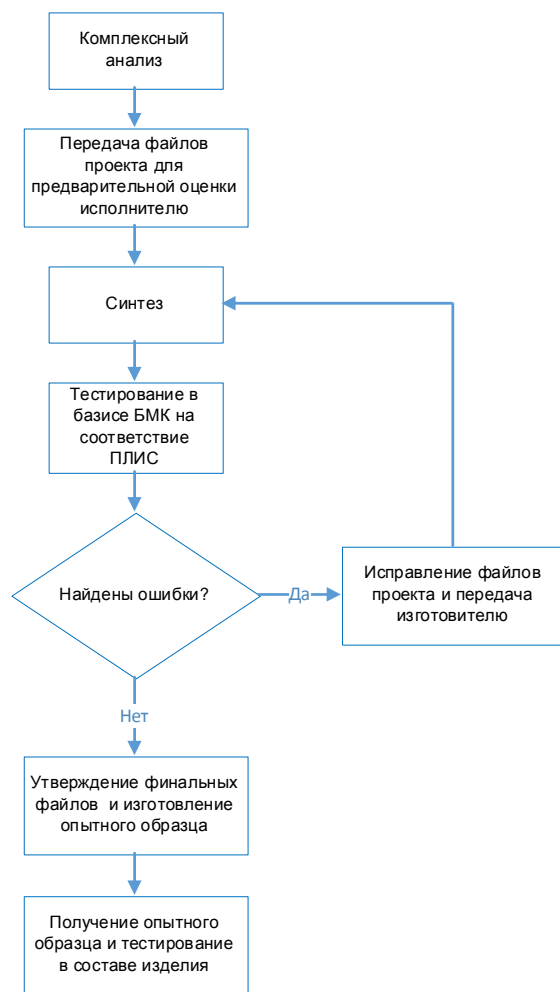


Рисунок 1 – Последовательность действий методики перевода ПЛИС-БМК

На первом этапе происходит анализ всего проекта в целом, оцениваются ресурсы, необходимые для перевода. Рекомендуется выполнить следующие действия:

- проверка синхронности схемы, в которую входит синхронный сброс, передача информации между клачковыми доменами с использованием синхронизаторов, FIFO или Handshake;
- формирование файла временных ограничений проекта;
- минимизация аппаратных ресурсов;
- разбиение проекта в соответствии с четким иерархическим порядком.

На втором этапе производится передача файлов проекта, описывающих поведение устройства для дальнейшего синтеза в базе библиотеки БМК. Также стоит заранее предоставить информацию о тактовых частотах, которые

используются в проекте, описать процесс формирования сигнала сброса и предоставить временные ограничения.

На этапе логического синтеза оценивается логическая емкость проекта, происходит оптимизация проекта согласно различным особенностям устройства, таким как временные ограничения, площадь и используемые компоненты.

Тестирование в базисе БМК на соответствие ПЛИС предполагает передачу исполнителем заказчику синтезированного описания и файлов с временными задержками, а также поведенческого описания библиотечных элементов БМК для оценки на соответствие ПЛИС. Заказчик должен заранее продумать в каком программном инструменте будет выполнять тестирование и сделать свои тесты с максимальными показателями функционального покрытия.

При обнаружении в процессе моделирования расхождений с ожидаемым результатом, производится устранение ошибок. Далее происходит передача исправленных файлов исполнителю с целью повторного синтеза. Если расхождений в процессе моделирования не обнаружено, то исполнитель изготавливает опытный образец, который передает заказчику для дальнейшего тестирования в составе изделия.

В результате перехода от ПЛИС к БМК формируется новый проект микросхемы, который существенно превосходит объем исходного проекта. При необходимости его коррекции в результате испытаний экспериментальных образцов требуется либо одновременное сопровождение изменений в проектах ПЛИС и БМК, либо повторная отладка проекта на ПЛИС с последующим переводом скорректированного проекта в базис БМК.

Таким образом, в результате выполнения данной работы было произведено ознакомление с различными вариантами технологий, которые применяются при проектировании конечных изделий с применением БМК. В рамках работы была предложена методика, которая позволяет осуществлять перевод проекта из базиса ПЛИС в базис БМК. В заключение работы хотелось

бы отметить, что технология проектирования ПЛИС-БМК обладает возможностью проведения процесса отработки созданного проекта с помощью собственных средств самой ПЛИС, которая находится в составе изделия. Однако в данной технологии невозможно применять возможности самих БМК, которые основаны на стандартных методах и маршрутах процесса проектирования и направлены, в первую очередь, на выпуск годных изделий даже при их первом производстве. В связи с этим требуется дальнейшее совершенствование данной технологии.

Библиографический список:

1. Артемов, С.А. Система управления переводом проектов в базисе ПЛИС при производстве микросхем в базисе БМК [Текст] / С.А. Артемов // Современные наукоёмкие технологии. - 2005. - № 1. - С. 121-122.

2. Денисов, А.Н. Полузаказные БИС на БМК: практическое пособие /А.Н. Денисов, А.Н. Сауров. – М.: Техносфера, 2019. – 200 с.

3. Технологии проектирования специальной аппаратуры с применением БМК [Электронный ресурс]. Свободный доступ: <http://asic.ru/index.php/bmk/tehnol> (дата обращения - 04.04.2021 г.).

4. Королев, А. Программное обеспечение для перевода проектов ПЛИС из САПР Maxplus II в базис БМК [Текст] / А. Королев // Современная электроника. – 2005. - № 4. – С. 48-51.