

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Эннса Виктора Ивановича на тему «Методы и средства разработки специализированных гетерогенных конфигурируемых интегральных схем для вычислительной техники и систем управления», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления и 05.13.12 – системы автоматизации проектирования (технические науки)

Диссертационная работа Эннса В.И. посвящена развитию методов и средств создания конфигурируемых интегральных схем, являющихся ключевыми элементами вычислительной техники и систем управления. В работе исследуются методы разработки и применения микроэлектронных схем нового типа - так называемых гетерогенных конфигурируемых интегральных схем, ориентированных на повышение эффективности за счет специализации и объединяющих в себе традиционно разделяемые стили проектирования: от полностью заказного, полузаказного до программируемых схем. Решения, предложенные в работе, позволяют добиться нового качества разработки и массового применения конфигурируемых схем, улучшения их технических характеристик и снижения времени на разработку радиоэлектронной аппаратуры.

Конфигурирование интегральных схем предполагает наличие специальных коммутационных ресурсов и унифицированных блоков логических и аналоговых элементов, что существенно снижает эффективность использования площади кристалла. Улучшения эффективности можно достичь за счет гетерогенности, применяя в структуре конфигурируемых схем различные по функциональному назначению сложнофункциональные блоки (СФ блоки). В диссертационной работе предложено повышение эффективности использования площади кристалла достигать интеграцией на одном кристалле не только заказных и программируемых блоков, но и полузаказных схем, то есть размещением на кристалле программируемой гетерогенной схемы блоков базовых матричных кристаллов.

Наибольшую научную ценность представляют следующие положения и результаты, полученные Эннсом В.И. в ходе выполнения диссертационной работы:

- Предложен маршрут проектирования конфигурируемых интегральных схем, в рамках которого на основе методов предварительного анализа и программного прототипирования схем заказчиков создается архитектура и электрическая схема базового кристалла программируемой схемы.
- Разработана новая теоретико-множественная математическая модель проекта, объединяющая в себе различные стили проектирования.
- Разработан метод комплектования специализированной аппаратуры на основе гетерогенных конфигурируемых интегральных схем.



- Предложенный метод разработки аналоговых и аналого-цифровых гетерогенных конфигурируемых интегральных схем с использованием формализации описания аналоговых блоков.
- Предложены новые методы повышения живучести, надежности и радиационной стойкости конфигурируемых интегральных схем на основе приемлемых и мягких решений.

Диссертационная работа апробирована на многочисленных конференциях и семинарах. По теме диссертации автором опубликовано 64 работы, в том числе 17 работ без соавторов, 24 статьи в научных журналах, входящих в Перечень периодических изданий, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы внедрены на нескольких предприятиях, которые занимаются разработкой и производством электронных изделий, использованы при выполнении двенадцати ОКР, одной НИР и одного аванпроекта.

К недостаткам следует отнести:

1. В автореферате не приведена структура и конструкция базового кристалла аналоговой конфигурируемой схемы.
2. Из автореферата не ясно могут ли по предложенной технологии быть созданы интегральные схемы гетерогенной аналогово-нейросетевой предобработки данных с программно перестраиваемой конфигурацией структуры нейросети и прошивкой параметров заранее обученной нейросети на этапе серийного изготовления оборудования.

Указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов, которые обладают научной новизной и практической значимостью. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор - Энис В.И. достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления и 05.13.12 – системы автоматизации проектирования (технические науки).

Иванов Александр Иванович,  
научный консультант АО «ПНИЭИ»,  
доктор технических наук, доцент

*Иванов* «11» 05 2022г.

Подпись Иванова А.И. заверяю

зам. ген. директора - научный директор, к.т.н.

О.В.Ефимов.



Сведения об организации: АО «Пензенский научно-исследовательский  
электротехнический институт» («ПНИЭИ»). Адрес: 440000, г. Пенза, ул. Советская, 9.  
Сайт: [www.pniei.penza.ru](http://www.pniei.penza.ru), E-mail: ivan@pniei.penza.ru, тл. р. (841-2) 59-33-10