

## Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Эннса Виктора Ивановича «Методы и средства разработки специализированных гетерогенных конфигурируемых интегральных схем для вычислительной техники и систем управления», представленную 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)

### 1. Актуальность темы диссертации

Разработка сложной аппаратуры требует наличия широкого набора интегральных схем. В современных условиях применяемые в аппаратуре интегральные схемы должны быть отечественными. Задача создания полной номенклатуры электронной компонентной базы в РФ трудновыполнима из-за ограниченности выделяемых на это ресурсов. Решение проблемы заключается в массовом применении программируемых и полужаказных интегральных схем, которые за счет конфигурирования могут заменить большое количество универсальных и заказных микросхем.

Автором предложен метод комплектования специализированной аппаратуры проблемно-ориентированными и универсальными интегральными схемами, построенными на основе гетерогенных конфигурируемых интегральных схем. Таким образом, диссертация Эннса В.И. посвящена актуальной теме, имеющей явное прикладное и теоретическое значение, обусловленное тем, что для решения задачи импортонезависимости необходима разработка отечественных гетерогенных конфигурируемых интегральных схем, обладающих повышенной эффективностью использования площади кристалла и улучшенными характеристиками за счет специализации по областям применения и комбинации различных стилей проектирования.



Кроме этого в работе предложена формализация соответствий между элементами базового кристалла гетерогенной конфигурируемой интегральной схемы и разрабатываемыми схемами заказчиков, функциональность которых требуется запрограммировать в базовом кристалле.

Наибольший практический интерес представляет маршрут проектирования конфигурируемых интегральных схем, в рамках которого на основе разработанных методов предварительного анализа схем заказчиков и программного прототипирования создается архитектура и электрическая схема базового кристалла программируемой схемы.

## **2. Оценка новизны, значимости диссертационного исследования и достоверности полученных результатов**

Главное достоинство рассматриваемой докторской диссертации состоит в ее новизне и оригинальности.

**Научная новизна** диссертации связана со следующими основными положениями:

- Предложен метод решения задачи комплектования специализированной аппаратуры электронной компонентной базой на основе гетерогенных конфигурируемых интегральных схем.
- Предложена методика проектирования гетерогенных конфигурируемых интегральных схем и маршрут, учитывающий различные стили проектирования на одном кристалле (заказной, полузаказной и программируемый).
- Разработана новая теоретико-множественная математическая модель проекта, формализующая различные стили проектирования гетерогенных конфигурируемых интегральных схем (заказной, полузаказной - базовых матричных кристаллов и программируемых схем).

- Предложен метод разработки аналоговых и аналого-цифровых гетерогенных конфигурируемых интегральных схем с использованием формализации описания аналоговых блоков.
- Предложен новый метод построения специализированных конфигурируемых интегральных схем, обладающих повышенной живучестью, надежностью и радиационной стойкостью.

**Достоверность** результатов диссертационной работы обеспечивается теоретическим обоснованием основных положений, обоснованностью принятых допущений, корректным применением известных теоретических положений, методов и алгоритмов, а также экспериментальным подтверждением основных выводов и результатов. Достоверность результатов работы подтверждается также апробацией работы в научных изданиях и выступлениях на научных конференциях, а также внедрением в реальный производственный процесс.

Выводы диссертационной работы обосновываются посредством анализа значительного количества работ, посвященных современным проблемам разработки гетерогенных конфигурируемых интегральных схем.

**Теоретическая значимость** диссертации Эннса В.И. заключается в теоретическом обобщении, исследовании и создании методов разработки гетерогенных конфигурируемых интегральных схем. В работе предложена методика проектирования гетерогенных конфигурируемых интегральных схем, разработаны методы предварительного анализа схем заказчиков и методы программного прототипирования базовых кристаллов, разработана новая теоретико-множественная математическая модель проекта, формализующая различные стили проектирования гетерогенных конфигурируемых интегральных схем.

**Практическая значимость** полученных в диссертации результатов определяется возможностью использования разработанных моделей, методик и методов при разработке и изготовлении программируемых и полузаказных интегральных схем. Такая возможность подтверждена внедрением

предложенных моделей, методик и методов на предприятиях АО «НИИМЭ», АО «Микрон», АО «НИИ «Субмикрон», АО «ДЦ «Союз», АО «НПО автоматики».

### **3. Оценка содержания диссертации, степень ее завершенности, подтверждение публикаций автора**

Структура диссертации соответствует теме и цели исследования. Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 127 наименований и пяти приложений и изложена на 283 страницах машинописного текста, содержит 94 рисунка и 19 таблиц. Работа имеет логичную структуру, поясняющие рисунки и таблицы оформлены в соответствии с действующими требованиями стандартов.

Судя по содержанию работы, задачи, поставленные автором исследования, полностью решены, а цель работы достигнута. Диссертация обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. Результаты диссертационного исследования Эннса В.И., выводы и сформулированные положения изложены в 64 печатных работах, 24 из которых опубликованы в журналах, входящих в Перечень ВАК, 5 в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science.

### **4. Соответствие содержания автореферата диссертации**

Автореферат оппонируемой работы соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК, и в полной мере отражает содержание диссертационной работы ее основные положения и выводы.

### **5. Замечания по диссертационной работе**

1. В числе других результатов на защиту выносятся «метод повышения живучести, надежности и радиационной стойкости конфигурируемых интегральных схем», однако в работе не приведены количественные оценки улучшений характеристик, достигаемых вследствие применения данного метода.

2. В разделе 3.1 главы 3 не описаны особенности моделей верхнего уровня для различных типов базовых кристаллов, которые раскрывают различия их конструкций.
3. В разделе 4.1 главы 4 не приведено определение живучести конфигурируемой микросхемы, которое могло бы быть использовано в технической документации.
4. На рис. 5.32 приведена структурная схема аналого-цифрового базового матричного кристалла, однако в тексте главы 5 не описаны правила размещения аналоговых блоков на элементах матрицы.

## **6. Заключение**

Несмотря на отмеченные замечания работа выполнена на высоком научном уровне. Изложение материала в диссертации ведется ясно и последовательно. Основные положения работы достаточно полно отражены в публикациях автора. Автореферат отражает содержание работы и основные положения диссертации. Диссертационная работа является теоретически значимой и практически ценной и соответствует паспортам специальностей 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» и 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (технические науки)».

В диссертации Эннса В.И. «Методы и средства разработки специализированных гетерогенных конфигурируемых интегральных схем для вычислительной техники и систем управления» решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор диссертационной работы - Эннс В.И. заслуживает 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)».

Официальный оппонент:  
доктор технических наук,  
начальник лаборатории отдела  
проектирования систем на кристалле  
АО НПЦ «ЭЛВИС»

Эл. почта:  
bel@elvees.com

01 июня 2022 г.



Беляев Андрей Александрович

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Электронные  
вычислительно-информационные системы» (АО НПЦ «ЭЛВИС»)

Фактический адрес: 124460, Москва, Зеленоград, ул. Конструктора Лукина,  
д. 14, стр. 14

Почтовый адрес: 124460, Москва, а/я 19

Веб-сайт: <http://elvees.ru>

Телефон: +7(495) 926-79-57

Эл. почта: [secretary@elvees.com](mailto:secretary@elvees.com)