

Документ разработан АО «ЭКОС» в соответствии с решением Межведомственного Совета главных конструкторов по электронной компонентной базе

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МЕЖОТРАСЛЕВОГО ЦЕНТРА ОБЩЕГО ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ ПО СЛОЖНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ БЛОКАМ «ЦОД СФБ» (ПРОЕКТ)

1. Общие положения

Настоящая концепция направлена на создание межотраслевого центра общего доступа к информационным ресурсам по сложно-функциональным блокам «СФ-блокам» (далее - ЦОД СФБ).

Концепция определяет основные понятия, цели и задачи создания ЦОД СФБ, направления и принципы их реализации, общие подходы к организации работ.

Концепция подготовлена на основе анализа тенденций и проблем развития систем проектирования СБИС типа СнК с использованием СФ-блоков многократного использования.

Для целей настоящей Концепции используются следующие понятия:

САПР - система автоматизированного проектирования;

СБИС – сверхбольшая интегральная схема;

СнК – (система на кристалле) - электронная схема, выполняющая функции целого устройства и размещенная на одной интегральной схеме;

СФ-блок, IP-блок – (англ. IP-core) - функционально законченный фрагмент СБИС типа СнК, предназначенный для повторного использования, являющийся объектом интеллектуальной собственности, рыночным продуктом и описанный на языке высокого уровня в виде логической схемы или топологической конструкции;

Soft блок - программный IP-блок, представленный на языке описания аппаратуры, например Verilog;

Firm блок – схемотехнический IP-блок, представленный на схемотехническом уровне, без привязки к конкретной топологической реализации;

Hard блок – физический (топологический) IP-блок, представленный на физическом уровне реализации СнК, например, GDSII для ASIC;

Поставщик СФ-блока – фирма разработчик (дизайн-центр) или другое юридическое лицо, обладающее правами на СФ-блок;

ЭКБ – электронная компонентная база;

Портал ЦОД СФБ – сайт в сети интернет, обеспечивающий функционал взаимодействия пользователей с информационными ресурсами ЦОД СФБ;

РЭА - радиоэлектронная аппаратура;

РЭК – радиоэлектронный комплекс;

Дизайн-центр – фирма, обеспечивающая весь комплекс работ по разработке и проектированию микросхем.

2. Обоснование необходимости создания системы

Актуальность создания ЦОД СФБ обусловлена стратегическими задачами по развитию РЭК:

- обеспечение технологической независимости Российской Федерации;
- создание инфраструктуры современной отечественной электроники;
- переход на мировой уровень проектирования с использованием СФ-блоков;
- уменьшение отставания от ведущих стран в проектировании СнК;
- повышение конкурентноспособности отечественных дизайн-центров;
- повышение надежности создаваемых СнК;
- обеспечение импортозамещения по СФ-блокам;
- уменьшение импортозависимости по СФ-блокам;
- развитие экспортного потенциала отечественных дизайн-центров;
- повышение эффективности расходования бюджетных средств при создании СнК специального назначения.

Развитие полупроводниковых технологии с нанометровыми проектными нормами, позволяющих размещать на кристалле сотни миллионов транзисторов, сделало возможным создание «систем на кристалле» (СнК) объединяющих на одном кристалле СБИС процессорные ядра, модули памяти, высокопроизводительные шины, аналого-цифровые интерфейсы, программируемую логику и другие макроблоки. Ранее созданные разработчиками систем и аппаратуры функционально-законченные узлы и блоки, конструктивно реализованные в виде печатных плат, с десятками типов универсальных и специализированных микросхем и отдельных компонентов, трансформируется в СБИС СнК.

Развитие конкурентного производства СнК привело к разработке и внедрению принципиально новой методологии проектирования СнК. Она основана на многократном повторном использовании на всех этапах проектирования СнК ранее разработанных и

сертифицированных сложнофункциональных блоков (СФ-блоков): процессоров, памяти, цифровых и аналоговых узлов, интерфейсов и т.п.

Это обеспечило ряд конкурентных преимуществ при проектировании СнК:

1) Повышение производительности проектировщиков.

Проект сложной микросхемы собирается из подготовленных ранее СФ-блоков и проверяется только на системном уровне. Такой подход позволяет реализовать сложный проект в сжатые сроки, не имея большого коллектива разработчиков. Использование готовых СФ-блоков как составных частей разработки СБИС, позволяет сократить сроки проектирования СБИС с интеграцией в сотни миллионов транзисторов до 6-8 месяцев, что невозможно при «традиционной» методике проектирования, когда все блоки СБИС проектируются на одном предприятии. Появился способ создания СнК проектов, которые ранее были невозможны из-за слишком большого времени, требуемого на создание СФ-блоков с нуля.

2) Расширение компетенции проектировщиков.

Многokратное использование СФ-блоков предоставляет командам проектировщиков механизм создания СнК, охватывающий различные дисциплины и области проектирования. Например, наличие процессорных блоков от различных поставщиков позволяет проектным командам, не имеющим возможности заниматься проектированием собственного процессора с нуля, использовать эти блоки в своих проектах даже не имея опыта проектирования процессоров. Повторное использование СФ-блоков дает возможность приобретения, в предварительно сертифицированной форме опыта проектирования в различных областях, лежащих за пределами компетенции данной команды проектировщиков.

3) Повышение надежности решений.

Использование в проекте модулей, которые неоднократно подтвердили свою работоспособность, и наличие их высокоуровневых моделей позволяет провести поведенческое (алгоритмическое) моделирование всей системы на самых ранних этапах разработки, а также значительно снизить возможные риски ошибок проектирования и риски изготовления дефектных образцов СБИС.

Интегрируя в проекте готовые СФ-блоки от сторонних разработчиков и блоки, разрабатываемые собственными проектными группами, достигается необходимый компромисс между стоимостью и сроками создания конечного продукта. Обычно, доля используемых при разработке СнК СФ-блоков сторонних разработчиков составляет до 80%. По зарубежным данным в настоящее время среднее количество СФ-блоков, используемых в одной СнК превысило 100 и устойчиво растет. Площадь СФ-блоков

занимает более 50% площади кристалла и ожидается, что превысит 70%. Произошел переход от проектирования СБИС из элементов к проектированию из СФ-блоков.

Спрос и предложения на СФ-блоки сформировали новый рынок. За рубежом сложился рынок из тысяч СФ-блоков, разрабатываемых в соответствии с созданной единой для зарубежных предприятий методологией оформления и передачи их другим предприятиям и включения в сквозной САПР аппаратуры и СБИС. Мировой рынок СФ-блоков измеряется миллиардами долларов. При этом, рынок СФ-блоков растет быстрее рынка электроники.

Методология проектирования РЭА с использованием библиотек СФ-блоков основана на новых принципах взаимодействия различных предприятий (аппаратурных, центров проектирования СБИС, «кремниевых мастерских», предприятий и отдельных специалистов, обладающих интеллектуальной собственностью на СФ-блоки), участвующих в процессе создания СБИС и РЭА. Для каждого проекта возникает необходимость поиска подходящих СФ-блоков.

Зарубежные разработчики для решения задачи по подбору необходимых СФ-блоков используют несколько централизованных порталов в сети интернет, в которых аккумулируется информация от большинства поставщиков СФ-блоков (www.design-reuse.com, www.opencores.org).

Достигнутый в настоящее время отечественной промышленностью уровень технологии проектирования не обеспечивает в достаточной мере возможность преимущественного использования унифицированных СФ-блоков. При этом, на российских предприятиях при разработке СБИС получен опыт создания широкой номенклатуры функционально законченных фрагментов СБИС, минимально необходимых для различных приложений: ЦТВ, связи, навигации, коммуникации и других РЭА. Доведение разработанной номенклатуры фрагментов СБИС до уровня СФ-блоков многократного использования требует существенных затрат, которые составляют 50-200%, по сравнению с затратами на создание блока для однократного использования. Дополнительные затраты включают в себя подготовку полной документации, параметризацию, сертификацию, возможность реконфигурирования и широкую верификацию, так как блок может потом использоваться в различных приложениях благодаря встроенной возможности реконфигурирования и большому числу интерфейсов.

Проблемы, стоящие при использовании отечественных СФ-блоков при разработках СнК вызваны следующими факторами:

- отсутствие в открытом доступе сведений об существующих и разрабатываемых СФ-блоках многократного применения;

- несовершенство правовой базы защиты интеллектуальной собственности, создаваемой при выполнении разработок за счет собственных средств предприятия и государственного финансирования;

- отсутствие должного внимания решению вопросов, связанных с коммерциализацией результатов интеллектуальной деятельности (РИД), полученных в рамках своей деятельности (выполнения контрактов): после завершения разработки радиоэлектронного модуля не оформляются техническая документация и авторские права на входящие в состав радиоэлектронного модуля собственные СФ-блоки, информация о разработках не систематизирована, о них не известно широкому кругу разработчиков и потенциальных потребителей;

- недостаточное внимание со стороны регулирующих органов к обязательному внедрению правил создания и передачи СФ-блоков, что при отсутствии рынка СФ-блоков является единственным средством развития направления современных СнК.

Все указанные проблемы и их решение применимо не только к гражданской, но и к специальной компонентной базе. Для отечественной оборонной промышленности необходимо сконцентрировать организационные и финансовые ресурсы на создании наиболее рациональной номенклатуры специализированных СФ-блоков, покрывающих наиболее число задач перспективной РЭА.

В настоящее время в России уже развернуто около 90 дизайн-центров проектирования СБИС, СФ-блоков и СнК. Центры проектирования относятся к разным ведомствам и проводят разработки СБИС по заказам отечественных и зарубежных фирм. Ведется работа по расширению сети дизайн-центров системного уровня. Некоторые дизайн-центры создают свои специализированные библиотеки СФ-блоков.

При этом, отечественные разработчики сталкиваются с большими трудностями при поиске необходимых СФ-блоков из-за отсутствия единого ресурса, содержащего информацию о СФ-блоках, созданных отечественными дизайн-центрами.

Необходимость создания единого информационного ресурса по СФ-блокам неоднократно отмечалась в программных документах и решениях различных органов и на конференциях, например:

- в ФЦП "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" на 2008 - 2015 годы" ставилась задача «разработки аттестованных библиотек сложнофункциональных блоков»;

- в Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2025 года отмечается необходимость «создания библиотек СФ-блоков, ориентированных по классам ЭКБ»;

- в ГП РФ "Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013 - 2025 годы" записано, что к важнейшим направлениям государственной технической политики, которые обеспечиваются выполнением мероприятий Программы, следует отнести: ... «Технологии вертикального интегрального проектирования электронной компонентной базы и радиоэлектронной аппаратуры с целью повышения эффективности систем и обеспечения выхода на мировой уровень для решения задач технологической независимости Российской Федерации в области информационно-коммуникационных технологий и цифровых систем на основе: разработки расширенной библиотеки сложных функциональных блоков с обеспечением многократного их использования и вхождения в мировую систему разделения труда»;

- в решении XI отраслевой научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития отечественной микроэлектроники» (27 – 28 сентября 2012 г. г. Новосибирск) отмечалось: «В целях ускорения создания новой сложнофункциональной ЭКБ и ее внедрения обеспечить формирование единой информационной системы, предназначенной для интеграции усилий дизайн-центров предприятий разработчиков ЭКБ и РЭА, в том числе по вопросам разработки и верификации, тестирования и контроля качества библиотек стандартных элементов, СФ-блоков и СБИС типа «система на кристалле». Считать целесообразным создание ... единой информационной базы данных СФ-блоков...»;

- в решении Российской научно-технической конференции «Пути решения задач обеспечения современной радиоэлектронной аппаратуры надежной электронной компонентной базой» («СЕРТИФИКАЦИЯ ЭКБ-2013» 10-12 апреля 2013 г, г. Санкт-Петербург) было записано «Разработать нормативно-правовые документы по организации единой электронной базы СФ-блоков и порядку их патентования, как объектов интеллектуальной собственности»;

- в решении Межведомственного Совета главных конструкторов по электронной компонентной базе (23 марта 2016г.) рекомендовано руководителям дизайн-центров принять участие в формировании Центра общего доступа к информационным ресурсам по СФ-блокам.

На настоящее время задача создания единого информационного ресурса по отечественным СФ-блокам не решена.

Концепция предлагает решение этой задачи путем создания межотраслевого центра общего доступа к информационным ресурсам по сложно-функциональным блокам (ЦОД СФБ) в виде сайта в сети интернет (далее – Портала) для разработчиков электронных аппаратуры на базе АО «ЭКОС».

Для преодоления межведомственных барьеров и обеспечения равного доступа всех разработчиков и дизайн-центров к информации по СФ-блокам необходимо для ЦОД СФБ иметь межведомственный статус и быть независимым от конкретных поставщиков СФ-блоков.

3. Главная цель и основные задачи создания ЦОД СФБ

Главной целью создания ЦОД СФБ является формирования эффективного инструмента для разработчиков РЭА и дизайн-центров по подбору сложно-функциональных блоков в процессе проектирования СнК.

Для достижения поставленной цели ЦОД СФБ должен решать следующие основные задачи:

- формирование межведомственного информационного ресурса по СФ-блокам;
- предоставление доступа к информации о технических характеристиках, документации и лицензиях на СФ-блоки;
- предоставление доступа к нормативно-справочной информации по СФ-блокам;
- организация методической помощи при оформлении авторских прав на СФ-блоки;
- организация информационной площадки по обмену опытом для специалистов по СФ-блокам;
- разработка предложений по развитию направления проектирования СнК с использованием СФ-блоков с учетом анализа передового зарубежного опыта;
- разработка предложений по совершенствованию нормативно-технических и методических документов в сфере проектирования СнК с использованием СФ-блоков.

Создание ЦОД СФБ обеспечит следующие дополнительные преимущества:

- экономия времени и средств на проектирование СнК;
- оптимизация и унификация номенклатуры разрабатываемых СФ-блоков;
- организация кооперации центров проектирования при создании сложной РЭА;
- получение дополнительной прибыли для производителей СФ-блоков;
- формирование отечественного рынка СФ-блоков;
- обеспечение оперативного информационного взаимодействия пользователей ЦОД СФБ между собой на основе организации «единой точки входа», посредством публикаций, интерфейсов обмена данными и прочих сервисов Портала.

ЦОД СФБ должен обеспечить реализацию следующих задач:

- Формирование системного подхода к поиску и использованию СФ-блоков;

- Создание актуальной базы отечественных СФ-блоков;
- Создание реестра дизайн-центров;
- Создание единого информационного центра по сбору, хранению, обмену и совместному доступу к информации по СФ-блокам для всех заинтересованных пользователей в сети Интернет;
- Обеспечение системы обратной связи и информационной поддержки по предлагаемым СФ-блокам, как результат - сокращение сроков и повышение качества подбора СФ-блоков, а также подготовки и оформления документов;
- Создание возможностей всестороннего мониторинга и анализа использования СФ-блоков;
- Предоставление возможности зарегистрированным пользователям (разработчикам РЭА и поставщикам СФ-блоков) размещать свои предложения и технологические запросы;
- Продвижение СФ-блоков на отечественный и зарубежный рынок;
- Поиск новых партнеров и развитие делового сотрудничества в РЭК.

4. Основные принципы создания и функционирования ЦОД СФБ.

Создание и функционирование ЦОД СФБ строится на следующих принципах:

- Доступность и открытость для пользователей.

Структура ЦОД СФБ является совокупностью задач в составе единой системы, основанной на существовании единой точки доступа, открытой всем авторизованным пользователям Портала.

- Функциональная полнота.

Интерфейс взаимодействия пользователя с Порталом должен покрывать все предусмотренные функциональные возможности.

- Защита от несанкционированного доступа и изменения информации.

Портал должен обеспечивать разграничение прав доступа пользователей к данным и функционалу Портала. Защита обеспечивается системой многоуровневого шифрования регистрационных данных пользователей. Для исключения потери любых данных на Портале будет применена система автоматического оперативного резервного копирования информация, что позволит восстановить любые данные в кратчайшие сроки. Также, при необходимости, для администраторов Портала можно ввести проверку по IP-адресу подключения, тем самым почти полностью ограничить возможность несанкционированного доступа.

Для создания и функционирования ЦОД СФБ необходимы следующие условия:

- наличие доступа к сети интернет;
- наличие материально-технического обеспечения создания и функционирования Портала (собственного сервера для размещения информации и программного комплекса Портала, рабочих мест для специалистов, доменного имени и адреса в сети Интернет);
- предоставление информационных материалов поставщиками СФ-блоков (данные по СФ-блокам и др.) для размещения на Портале организациями;
- наличие группы специалистов:
 - для создания и поддержания программного обеспечения Портала;
 - для подготовки и непрерывного ведения информационного наполнения и обновления всех рубрик Портала;
- участие всех заинтересованных поставщиков СФ-блоков в актуализации информации;
- совместное поддержание деятельности Портала на условиях согласованного долевого функционального участия поставщиков СФ-блоков и организации ответственной за функционирование ЦОД СФБ, а также всех заинтересованных сторон;
- обеспечение финансовыми средствами:
 - выделяемыми для обеспечения деятельности ЦОД СФБ в рамках государственных программ;
 - от целевых взносов поставщиков СФ-блоков за размещение их информации на портале;
 - от оплаты услуг по продвижению СФ-блоков на зарубежные рынки (перевод на английский язык технической информации, размещение на портале в англоязычном разделе, размещение ссылок на эту информацию на зарубежных сайтах и т.д.);
 - от размещения на портале рекламных материалов фирмами и предприятиями;
 - от тиражирования и распространения подготовленных информационно-методических и рекламных материалов.

Основные принципы взаимодействия участников ЦОД СФБ:

- Поставщики СФ-блоков самостоятельно размещают на Портале информацию о СФ-блоках и отвечают за актуальность и правильность этой информации.

- Разработчики аппаратуры имеют бесплатный доступ ко всей информации на Портале.

- Оператор Портала является независимой от поставщиков СФ-блоков организацией для обеспечения равного и конкурентного доступа к информации.

5. Информационные ресурсы

Основной информационный ресурс ЦОД СФБ – база данных отечественных СФ-блоков, включающая в себя необходимую информацию для поиска и выбора нужного СФ-блока. Для обеспечения оперативного поиска предлагается двухуровневая модель данных, в которой каждый СФ-блок описывается на верхнем уровне – в наиболее простой форме, как функция, выполняемая блоком и на нижнем уровне – полная техническая информация, важная для инженера, который будет применять блок в разработке.

Для предварительного выбора необходима основная информация об особенностях и характеристиках поставляемых СФ-блоков. При этом описание СФ-блоков различных поставщиков будет иметь идентичную структуру параметров и форматов, не раскрывающую интеллектуальной собственности. Это позволит пользователям провести объективное сравнение характеристик СФ-блоков.

К таким параметрам относятся:

- функциональное назначение (архитектура, блок-схема, соответствие стандартам);
- тип представления (soft, hard, firm);
- область применения;
- опыт применения;
- покрытие тестами;
- основные характеристики (частота, потребляемая мощность, производительность);
- конструктивные характеристики - для блоков hard и firm (количество вентиляторов, объем памяти, площадь и т.д.);
- требования к технологическим процессам;
- предприятия – изготовители кристаллов;
- информация о поставщике;
- условия поставки;
- правовой статус интеллектуальной собственности и т.д.

Структура и содержание всех параметров определяется на этапе разработки и согласования передаваемых данных с поставщиками.

Кроме базы данных по СФ-блокам, ЦОД СФБ будет включать в себя следующие информационные ресурсы (базы данных):

- база данных зарубежных СФ-блоков (цифровых и аналоговых);
- база данных отечественных дизайн-центров;
- база данных зарубежных дизайн-центров;
- база данных нормативных документов по использованию СФ-блоков.

Дополнительно к базам данных на Портале будет размещаться следующая информация:

- Официальная информация ЦОД СФБ (Концепция ЦОД СФБ, Положение о ЦОД СФБ, инструкция пользователя Портала, информация о правилах работы, др.).

- Информация по вопросам защиты интеллектуальной собственности по СФ-блокам;

- Нормативно-правовая база по СФ-блокам;

- Информационно-аналитический и новостной раздел по СФ-блокам.

- Сведения о технологических возможностях отечественных предприятий РЭК;

- Информация для сотрудничества (партнерство, договоры на передачу СФ-блоков, размещения на портале рекламной информации и др.).

- Ссылки на специализированные издания (журналы, монографии, сборники трудов, статьи, доклады, тезисы и т.д.) по тематическим блокам (САПР, СнК, СФ-блоки).

- Выход в электронные библиотеки (электронные каталоги, поиск по тематическим направлениям и авторам необходимых публикаций, авторефератов, монографий и др.).

- Интернет-ресурсы (аннотированные ссылки на полезные сайты: базы данных, электронные библиотеки, выставки, архивы, поисковые системы и т.п.).

- Конференции, выставки, семинары, проекты по СнК и СФ-блокам.

- Предложения о сотрудничестве.

- Новости проектирования СнК (в России и за рубежом).

- Интерактивные сервисы (форумы, видеоконференции).

- Контактная информация.

С целью продвижения продукции отечественных дизайн-центров на зарубежные рынки, на Портале будет размещаться информация по техническим параметрам СФ-блоков на английском языке в формате принятом в зарубежных информационных источниках по IP-cores.

6. Организация работы ЦОД СФБ

Организация – оператор Портала, ответственная за создание и функционирование ЦОД СФБ (АО «ЭКОС») обеспечивает общее руководство и необходимые условия для создания и нормального функционирования ЦОД СФБ (финансовое, материальное и правовое сопровождение).

Для организации работы оператор Портала:

- разрабатывает и согласовывает форматы представления данных по СФ-блокам;
- разрабатывает программное обеспечение портала ЦОД СФБ;
- организует первичное наполнение баз данных с привлечением поставщиков СФ-блоков.

На этапе эксплуатации оператор портала обеспечивает:

- актуализацию базы данных нормативных документов,
- бесперебойное функционирование баз данных,
- техническое сопровождение портала,
- развитие функционала портала,
- авторизацию новых поставщиков СФ-блоков,
- контроль работы форума.

Основными пользователями ЦОД СФБ являются поставщики СФ-блоков и разработчики РЭА, осуществляющие поиск СФ-блоков для своих разработок.

Поставщики СФ-блоков обеспечивают:

- размещение информации о предлагаемых СФ-блоках;
- актуальность информации о СФ-блоках;
- консультационную поддержку по вопросам приобретения и использования своих СФ-блоков.

Разработчики РЭА получают:

- свободный, бесплатный доступ к базам данных;
- возможность размещать отзывы и комментарии к информации по СФ-блокам, дизайн-центрам, поставщикам;
- возможность прямого обращения к поставщику за консультацией по вопросам заказа, покупки и применения СФ-блоков.

8. Этапы создания

Первый этап – организационный (2016 год)

- Рассылка извещений и анкет поставщиками СФ-блоков для участия в ЦОД СФБ.

- Разработка нормативно-правовой базы и схемы финансовой поддержки всех работ по созданию и ведению Портала.

- Разработка структуры и программного комплекса Портала с основными механизмами авторизации, различного вида поисков и т.п.

- Разработка рубрик Портала и структуры оформления документов, представляемых на Портале.

- Сбор, подготовка и обработка информации, отработка формата представления информации в рубриках Портала.

- Пробное наполнение ресурсами основных баз данных Портала.

- Отладка функционирования Портала в тестовом режиме.

- реклама ЦОД СФБ среди разработчиков РЭА и дизайн-центров.

Второй этап – развитие портала (2017 год)

- Завершение работ по доработке программного комплекса ЦОД СФБ.

- регулярное пополнение баз данных;

- предоставление постоянного и надежного доступа к систематизированным ресурсам;

- поддержание деятельности сервисов ЦОД СФБ (конференции, форумы);

- организация сервиса почтовой рассылки информации.

По мере наполнения портала ЦОД СФБ информацией, он должен стать уникальной информационной площадкой для специалистов, где аккумулируется информация по СФ-блокам, включая опыт разработчиков по их применению.

В перспективе функционал портала может расширяться за счет добавления новых сервисов для разработчиков, заказчиков и производителей электронных аппаратуры, например:

- поиск электронных компонентов;

- поиска контрагентов, партнеров, заказчиков, поставщиков;

- предоставление услуг по оформлению авторских прав на СФ-блоки.

9. Ожидаемый социально-экономический эффект

Услуги ЦОД СФБ будут востребованы при разработке современной ЭКБ во многих отраслях промышленности. Наличие базы данных с унифицированной информацией по отечественным СФ-блокам, создает возможность разработки широкого спектра специализированных СнК, обеспечит поддержку высокотехнологичных производств и импортозамещение. Российские разработчики РЭА получают доступ к большой базе СФ-

блоков различных производителей, значительно сократив время и стоимость разработки заказных интегральных микросхем на их основе.