

Пути развития производства прямоугольных низкочастотных соединителей в России

Алексей Ерёмин, Александр Киселев, Алексей Шадрин (Москва)

Отставание России в области производства электронных компонентов, к которым относятся и электрические соединители, тормозит развитие высокотехнологичных отраслей промышленности. В статье рассматривается комплекс мероприятий, способствующих развитию их производства в России.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время технический уровень отечественных электрических соединителей не в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к радиоэлектронным компонентам современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Научно-технический задел, позволявший отечественным соединителям в основном соответствовать зарубежным аналогам, сегодня практически исчерпан и не способен поддержать требуемый уровень отрасли.

Развитие радиоэлектронного приборостроения на основе магистрально-модульного принципа, стандартных шин, протоколов обмена и программного обеспечения предполагает создание функционально-ориентированной, комплексной системы высокотехнологичных электрических соединителей. Это позволит разработчикам РЭА организовать и обеспечить электрические, электромеханические, оптические, пневматические и другие необходимые для функционирования аппаратуры связи, повысить качество и надёжность РЭА, улучшить её массогабаритные характеристики [1–4].

В СССР, благодаря приоритетной государственной поддержке электронной промышленности, особенно в оборонной отрасли, удавалось сохранять приемлемый уровень отечественной электроники. В Российской Федерации ослабели действовавшие ранее административные рычаги управления и координации в электронной промышленности. Доля РСФСР в производстве электрических соединителей составляла около 30% от объёма их производства в стране. Основное производство электрических соединителей было сосредоточено в Киргизии (более 44%) и на Украине (более 20%). Таким образом, отечественная элек-

троника к концу 1990-х годов попала в крайне сильную зависимость от импорта в части обеспечения электрическими соединителями.

На сегодняшний день в производстве радиоэлектронной аппаратуры специального и общепромышленного назначения соотношение применения отечественных и импортных соединителей составляет 30/70 и 20/80 (%) соответственно.

Применяемые в настоящее время отечественные электрические соединители не отвечают современным требованиям и уровню лучших мировых достижений. В частности, отечественные прямоугольные соединители уступают зарубежным по шагу и количеству контактов, уровню защиты от электромагнитных помех, удельным характеристикам. Они не соответствуют требованиям потребителей по максимальным токовым нагрузкам (1–2 А на сигнальный контакт при требуемых 4–6 А и 10 А на силовой контакт при требуемых 30–40 А), диапазону рабочих температур (до 85°C при требуемых 125°C), диапазону рабочих частот (3 МГц при требуемых 400 МГц); практически отсутствует номенклатура соединителей для автоматизированного монтажа на поверхность печатной платы.

Основные причины такого состояния, на взгляд авторов, следующие:

- уровень технологий большинства предприятий соответствует мировому уровню 1980-х годов;
- использование устаревшего технологического оборудования (удельный вес нового оборудования, имеющего возраст до 10 лет, не превышает 25%);
- низкая степень автоматизации производственных процессов приводит к нестабильности характеристик конечной продукции.

Решение вышеперечисленных проблем должно обеспечиваться:

- минимизацией номенклатуры ЭКБ (электронной компонентной базы) по различным параметрам и характеристикам путём разработки *ограничительных перечней*;
- развитием специализированного мелкосерийного производства на базе ограниченного числа фирм-изготовителей.

Этому препятствуют следующие факторы:

- отсутствие унифицированной нормативной документации на всех уровнях, регламентирующей применение ЭКБ;
- наличие большого числа различных федеральных целевых программ, направленных на решение сложных задач;
- отсутствие эффективной программы опережающего замещения импорта (существует только рамочное постановление);
- низкая исполнительская дисциплина на предприятиях оборонно-космического комплекса.

Расхождения в требованиях отечественных и зарубежных стандартов, отсутствие отечественной нормативной базы по применению современной, высоко интегрированной ЭКБ и материалов, существующая нормативная база по выбору, применению, технологическому сопровождению ЭКБ, разработанная в 1970-х годах, не обеспечивают требуемую надёжность РЭА. Необходимо провести работу по созданию полного комплекса стандартов (несколько сотен документов) в сжатое время (2–3 года). Необходимо разработать отраслевой (межотраслевой) документ по стандартизации в части выбора, применения и технологического сопровождения современной ЭКБ ИП, определяющий прямые ссылки на существующие зарубежные стандарты. Таким образом, можно решить проблему гармонизации с зарубежной нормативной базой.

Выполнение перечисленных мероприятий может позволить довести долю отечественной ЭКБ, в частности для применяемой при комплектовании

бортовой аппаратуры космических аппаратов, до 50% к 2017 году и до 95% к 2020 году.

Пути развития производства прямоугольных низкочастотных соединителей в России

Попытка создания системы прямоугольных соединителей для РЭА, основанной на использовании базовой несущей конструкции (БНК), была предпринята в 1990-е годы. Уже тогда ставилась задача создания функционально-ориентированной системы соединителей.

Одним из основных направлений разработки прямоугольных электрических соединителей за рубежом является развитие системы, регламентированной стандартами МЭК 1076-4-100 и МЭК 1076-4-101, по созданию прямоугольных электрических соединителей для обеспечения электрической, конструктивной и информационной совместимости электронных модулей на основе межотраслевых базовых несущих конструкций (МБНК). Заложенные в этих стандартах принципы позволяют разработчикам РЭА реализовывать практически любые электрические, электромеханические и другие виды связей между модулями I, II и III порядков [5–7].

Стандарты МЭК 1076-4-100 и МЭК 1076-4-101 определяют сетки контактов с шагами 2,5 и 2,0 мм, при этом плотность их расположения на 1 см² составляет 16 и 25 контактов соответственно. Данные стандарты задают модульное построение соединителей с наличием сигнальных, силовых и высокочастотных контактов.

Соединители этого класса способны пропускать высокочастотные интегрированные сигналы, используя соседние контакты в качестве экрана. Кроме того, применение в одном соединителе разновысотных контактов позволяет обеспечить несинхронное включение функциональных цепей.

Конструкции соединителей предполагают разные способы монтажа при установке в аппаратуру: пайкой (пайка волной, пайка в печах с инфракрасным излучением, ручная пайка паяльником или паяльной станцией), накруткой, обжимкой, врезанием, прокалыванием ленточного провода, установкой на печатную плату методом пресс-фит, а также сочетанием нескольких способов монтажа.

Соединители могут изготавливаться в безкорпусном и корпусном вариантах, в пластмассовых корпусах обычного и металлизированного исполнения (для обеспечения функции экранирования и защиты передаваемой информации от несанкционированного доступа). Применение соединителей в металлизированных пластмассовых корпусах решает очень важную для авионики проблему – снижение веса РЭА с одновременным обеспечением защиты от помех. Для расширения потребительских свойств и технических возможностей целесообразно некоторые типоминималы этих соединителей дополнить силовыми и радиочастотными контактами, а также рассмотреть возможность введения в их конструкцию оптических контактов для соединения оптоволоконных кабелей связи.

В настоящее время потребность производства РЭА в прямоугольных электрических соединителях для поверхностного монтажа удовлетворяется менее чем на 15%. Такое положение особенно негативно сказывается на производстве РЭА специального назначения, так как применение импортных соединителей этого класса не представляется возможным из-за использования в них безсвинцовых технологий, которые не обеспечивают специальных требований по надёжности и стойкости к воздействию внешних факторов.

Дальнейшая миниатюризация РЭА и выход её на более высокий технический уровень требуют и наличия соответствующей ЭКБ, в том числе миниатюрных, субминиатюрных и микроминиатюрных электрических соединителей с шагом контактов 1,0; 0,63; 0,5 мм и менее и плотностью контактов 100, 200 и 400 контактов на 1 см² соответственно. Разработка и изготовление таких соединителей требуют совершенно иного подхода к проектированию и технологическому оснащению производства, которое должно быть полностью автоматизировано. Разработка современных методик и программ автоматизированного проектирования, основанных на последних достижениях науки и техники, позволит обеспечить выполнение поставленных задач по созданию высокотехнологичных электрических соединителей.

Более серьёзной проблемой, чем решение задачи создания современной

автоматизированной системы проектирования, в ближайшей перспективе будет обеспечение технологической подготовки производства, то есть условий реального производства соединителей с заявленными техническими характеристиками.

Современное состояние и технический уровень основных фондов отечественных предприятий, выпускающих электрические соединители, особенно их активной части – технологического оборудования, требует значительного обновления и модернизации. Физический и моральный износ фондов составляет от 60 до 75%, а имеющееся в инструментальном производстве оборудования уже сейчас не позволяет обеспечить необходимую точность и выполнение отдельных операций при изготовлении технологической оснастки.

Дальнейшее усложнение конструкции электрических соединителей, в том числе повышенные требования к точности вследствие миниатюризации, делают практически невозможным производство соединителей при существующем технологическом и инструментальном оснащении. Производство отечественных соединителей, соответствующих в полной мере современным требованиям производителей РЭА, и дальнейшее их совершенствование будет возможно только при глубокой модернизации инструментального производства и разработке новых технологических процессов, включая нанотехнологии [8].

В качестве примера развития производства прямоугольных низкочастотных соединителей в России можно рассмотреть соединители СНП 339 и СНП 388. Первый пример – это цепочка совершенствования украинских соединителей ОНП-ЖИ-8, а второй – создание отечественного соединителя – аналога изделия HYPERTRONICS [9], на основе стандарта PC104+.

Соединители СНП 339

Соединители типа ОНП-ЖИ-8 (см. рис. 1) производства ОАО «Коннектор» (г. Харьков) являются аналогами соединителей СНП 339 и применяются в радиоэлектронной и радиотехнической аппаратуре как соединители общего назначения. Стандарты: ОСТ В 11 0121-91, НЦО.364.021 ТУ.

Описание конструкции:

- врубное сочленение с винтовой фиксацией и кодирующим элементом;

- климатическое исполнение В;
- покрытие контактов – золото или серебро;
- метод монтажа – пайка.

Соединители СНП 339 (см. рис. 2) производства ОАО «Уральский завод электрических соединителей “Исеть”» – это электрические низкочастотные неэкранированные прямоугольные миниатюрные соединители для объёмного высокоплотного монтажа плоских кабелей и монтажных проводов.

Соединители СНП состоят из кабельной вилки и розетки, которая может устанавливаться на стенку прибора, печатную плату и распаиваться на кабель. В соединителях предусмотрена винтовая фиксация сочленённого положения и кодирующий элемент (ключ). Вилки и розетки соединителей СНП 339 одного типоминимала и одноимённой цифры ключа взаимозаменяемы. По габаритным установочным и присоединительным размерам, схемам расположения контактов электрические неэкранированные соединители СНП 339 (вилки, розетки) взаимозаменяемы с аналогичными соединителями (вилками, розетками) типа ОНП-ЖИ-8 (с цифрой, определяющей расположение ключа). Соединители предназначены для внутреннего монтажа во всеклиматическом исполнении по ГОСТ РВ 20.39.414.1.

В настоящее время производство СНП 339 освоено ЗАО «Краснознаменский завод полупроводниковых приборов “Арсенал”» (КрЗПП «Арсенал»). КрЗПП «Арсенал» входит в состав холдинга «Промышленные технологии». Комплектующие для производства соединителя поставляет ЗАО «Промтехкомплект», также входящее в холдинг.

Соединитель СНП 339, собранный на КрЗПП «Арсенал», имеет следующие особенности:

- рабочая температура соединителя повышена до 125°C;
- рабочее напряжение увеличено до 150 В;
- экранирующий кожух облегчён на 20%.

Соединители СНП 339 выпускаются с приёмкой «ВП» и «ОС»; они прошли комплексные испытания, в том числе сравнительные, с соединителями ОНП-ЖИ-8 и по ряду параметров превосходят последние (см. таблицу).

Соединители типа СНП 339 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного (частотой до 3 МГц) и импульсного токов при напряжении до 150 В (для переменного

и импульсного токов – амплитудное значение) и силе тока на контакт до 1 А.

Отличительной особенностью данной группы соединителей является наличие двух типов (обычный и с токопроводящим покрытием корпуса) технологических переходников, которые предохраняют части соединителей (вилки, розетки) от механических повреждений при настройке и испытаниях РЭА.

Соединитель СНП 388

Создание отечественного соединителя СНП 388 (см. рис. 3) на основе стандарта РС/104+ – это другой путь развития производства в России, а именно, сборка аналогов соединителей иностранного производителя HYPERTRONICS из комплектующих производителя.

Данное производство освоено на КрЗПП «Арсенал». Поставку комплектующих осуществляет ЗАО «Промтехкомплект». Удобство такого тандема внутри холдинга «Промышленные технологии» очевидно: себестоимость соединителей и сроки производства, включая поставку комплектующих, минимальны. Соединители СНП 388 выпускаются с приёмкой «ВП».

Соединители СНП 388 имеют гиперболическое гнездо (см. рис. 4), которое обеспечивает следующие преимущества в сравнении с классическими контактными системами:

- низкое усилие сочленения/расчленения;
- длительный срок службы контактов (до 10^5 циклов сочленения/расчленения);
- пониженное сопротивление контакта;
- больший ток на контакт по сравнению с классическим контактом (как следствие увеличенной площади контакта);



Рис. 1. Соединители типа ОНП-ЖИ-8



Рис. 2. Соединители типа СНП 339

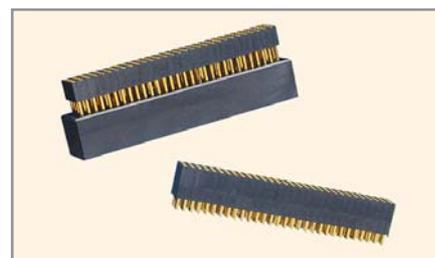


Рис. 3. Соединители типа СНП 388

- устойчивость к ударам и вибрациям;
- постоянство электрических характеристик контакта во времени.

Соединитель СНП 388 создан на основе стандарта РС104+ и имеет следующие конструктивные особенности:

- 120 контактов;
- проходные контакты позволяют собирать платы в пакет;
- межплатное расстояние от 14,9 до 15,7 мм;

Таблица. Сравнительные параметры соединителей СНП 339 и ОНП-ЖИ-8

Параметр	СНП 339/СНП 339 (Т)	ОНП-ЖИ-8
Максимальное рабочее напряжение, В	150	100
Масса, г, не более		
Вилка (42 контакта)	12,0	12,0
Розетка (42 контакта)	10,0	11,0
Число сочленений-расчленений	500	250
Количество контактов	21, 42, 52, 54, 76 (СНП 339 (Т) – 21, 42)	21, 42
Наличие исполнения с экранированным кожухом	есть	нет
Синусоидальная вибрация: диапазон частот, Гц амплитуда ускорения, g	1–3000 40,0	1–3000 20,0
Механический удар одиночного действия, g	1500	1000
Линейное ускорение, g	500	200
Атмосферное пониженное рабочее давление, Па	$1,3 \times 10^{-7}$	$1,3 \times 10^{-4}$

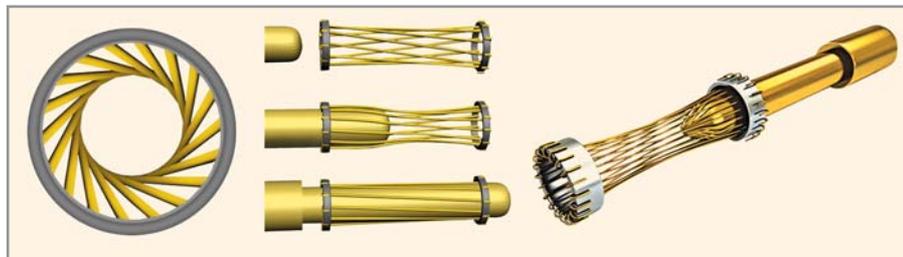


Рис. 4. Гиперболоидное гнездо

- возможная толщина платы от 1,6 до 2,5 мм;
- хвостовики адаптированы под пайку в отверстия платы.

Прочность СНП 388 превышает все предыдущие требования к фактору подобным соединителям, что позволяет использовать соединитель в более широком спектре отраслей промышленности.

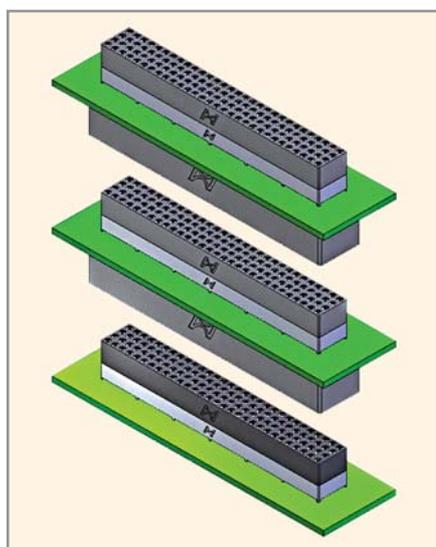


Рис. 5. Многоуровневая архитектура

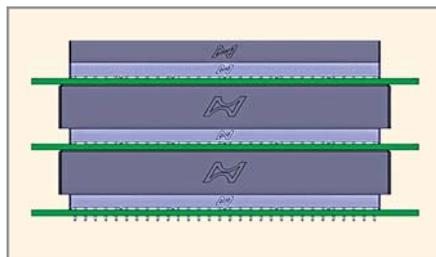


Рис. 6. Описание многоуровневой архитектуры

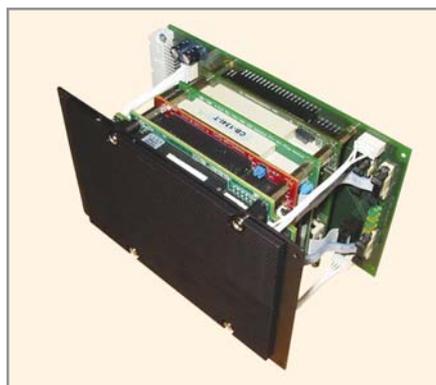


Рис. 7. Вид многоуровневой архитектуры типа «сэндвич»

Соединители СНП 388 являются взаимозаменяемыми и взаимосочленимыми с РС/104+ и используются в системах с высокой производительностью и надёжностью. Контакты помещены в изолятор LCP, который превышает международные авиакосмические требования по газовой выделению.

Благодаря повышенной устойчивости к ударам и вибрациям, возможно использование СНП 388 в космической технике. Соединитель разработан специально для обеспечения целостности сигнала при всех динамических изменениях окружающей среды, что делает его идеальным для отказоустойчивых приложений. СНП 388 имеет многоуровневую архитектуру (см. рис. 5 и 6) и может применяться в конструкциях типа «сэндвич» (см. рис. 7).

Соединители СНП 388 предназначены для работы в электрических цепях постоянного, переменного (частотой до 3 МГц) и импульсного токов при напряжении до 350 В (амплитудное значение) и силе тока до 0,2 А. Соединители удовлетворяют требованиям ГОСТ 23784 (ОТУ) и требованиям, установленным в ПКНС.430421.004 ТУ (ТУ 6313-004-53115542-08) и предназначены для внутреннего монтажа в климатическом исполнении В по ГОСТ 25467.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отставание России в области производства электронных компонентов, к которым относятся и электрические соединители, тормозит развитие высокотехнологичных отраслей промышленности. В силу действующих за рубежом ограничений на поставку в Россию специальных электронных компонентов, отечественным разработчикам РЭА приходится довольствоваться несоответствующей требованиям заказчиков номенклатурой импортной ЭКБ, что приводит к целому ряду негативных моментов и, в частности, к дополнительным затратам на вынуж-

денную проверку изделий на соответствие заявленным требованиям.

Учитывая ведущую роль отечественной электроники в развитии российского промышленного потенциала, в России принята Федеральная целевая программа (ФЦП) «Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники» на 2008–2015 годы, которая определила направления развития производства ЭКБ, в том числе прямоугольных низкочастотных соединителей.

Ожидается, что это даст возможность резко уменьшить долю используемой импортной ЭКБ в общем объёме закупок предприятиями радиоэлектронного комплекса, то есть изменить существующее в настоящее время соотношение в пользу отечественной ЭКБ. Всё это позволит повысить конкурентоспособность отечественной электронной техники, как на внутреннем, так и на внешнем рынках, и обеспечит значительное укрепление обороноспособности и безопасности России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы Совета по применению ЭКБ предприятий кооперации ОАО «ИСС», ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», Москва, 23–25 мая, 2012.
2. Материалы XI Международной научно-технической конференции «Электронная компонентная база космических систем», Адлер, 23–29 сентября, 2012.
3. Материалы Российской научно-технической конференции «Сертификация ЭКБ-2013», Санкт-Петербург, 10–12 апреля, 2013.
4. Вейд Ч. Производство электроники в России. Электронные компоненты, № 10, 2008.
5. Гаманюк Д.Н. Межплатные соединители нового поколения. Современная электроника, № 5, 2009.
6. Сафонов Л., Сафонов А. Прямоугольные электрические соединители: Рекомендации по практическому применению в РЭА электрических соединителей. Технологии в электронной промышленности, № 5, 2007.
7. Сафонов Л., Сафонов А. Современное состояние и перспективы развития отечественного производства прямоугольных электрических соединителей. Технологии в электронной промышленности, № 4, 2009.
8. Мальцев П.П. Мир материалов и технологий. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Техносфера, 2006.
9. www.hypertronics.com.

