

Радиочастотные коаксиальные соединители с предельной частотой 145 ГГц

Конец эволюции соединителей?

Кива Джуринский (kbd.istok@mail.ru),
Виктор Криворучко (krivor@inbox.ru)

Коаксиальные радиочастотные соединители находят всё большее применение в различных устройствах мм-диапазона длин волн. До недавнего времени считалось, что радиочастотные соединители достигли своей предельной частоты 110 ГГц, однако в последние несколько лет появились сообщения о создании соединителей с предельной частотой 145 ГГц и о возможности появления ещё более высокочастотных соединителей. Рассмотрению проблем создания соединителей с предельной частотой более 110 ГГц и достигнутых в этом направлении результатов посвящена данная статья.

История создания радиочастотных соединителей мм-диапазона

Продвижение в область всё более высоких частот является одним из основных направлений развития современной СВЧ-техники. Большой интерес к миллиметровому диапазону длин волн (мм-диапазону) обусловлен прежде всего необходимостью повышения скорости передачи данных и пропускной способности сетей связи. Для создания таких устройств необходимо применять всё более высокочастотные соединители. В последние годы расширилось применение соединителей W-диапазона частот (75–110 ГГц, длина волны 4,0–2,73 мм) в автомобильных радарх, беспроводной связи и радиоизмерительной технике. Для дальнейшего развития этих систем требуются ещё более широкополосные устройства, выходящие за пре-

делы W-диапазона в D-диапазон частот (110–170 ГГц, длина волны 2,7–1,8 мм). Чтобы удовлетворить эту потребность, компания Anritsu разработала первый соединитель D-диапазона частот – соединитель 0,8 мм.

Билл Олдфилд (Bill Oldfield), ведущий специалист компании Anritsu (ранее Wiltron, США), автор более 30 патентов, которого называют «пионером индустрии», рассказал, как в 1961 году для создания радиоизмерительной аппаратуры всё более высоких частот разрабатывали соответствующие соединители [1]. В то время рабочая частота радиочастотных соединителей и кабелей не превышала 18 ГГц и, например, в компании Hewlett-Packard считали, что создать коаксиальный разъём на 40 ГГц вряд ли когда-нибудь удастся. Заметим, что именно эта компания через 15 лет выпустила первый соеди-

нитель мм-диапазона (соединитель 3,5 мм с предельной частотой 33 ГГц) и в дальнейшем внесла огромный вклад в создание ещё более высокочастотных соединителей. Важнейшие разработки в этой области принадлежат также американским компаниям M/A-COM (ныне TE Connectivity), Amphenol, Agilent (Keysight Technologies) и некоторым другим [2–7].

Все соединители мм-диапазона имеют воздушную коаксиальную линию тем меньших размеров, чем выше частота. Внутренний проводник коаксиальной линии закреплён в диэлектрической шайбе из материала с малыми потерями [3–5].

В таблице 1 приведены теоретическая предельная частота и максимально допустимая рабочая частота соединителей мм-диапазона, а также диаметры проводников коаксиальной линии и диэлектрической шайбы [2–7].

Теоретическая предельная частота коаксиальной линии соединителей рассчитана по формуле [4]:

$$f_{\text{пред}} \cong \frac{190,85}{\sqrt{\epsilon} \times (D + d)},$$

где D и d – диаметры наружного и внутреннего проводников коаксиальной линии, мм; ϵ – диэлектрическая постоянная изолятора линии (для воздуха $\epsilon=1$).

Для воздушной коаксиальной линии с волновым сопротивлением 50 Ом отношение диаметров наружного и внутреннего проводников равно 2,3 [4].

Внешний вид соединителей мм-диапазона показан на рисунке 1, а их основные параметры приведены в таблице 2.

На рисунке 2 показана частотная зависимость средней пропускаемой мощности соединителей мм-диапазона. Для сравнения приведены частотные зависимости некоторых широко применяемых соединителей сантиметрового диапазона [8].

Средняя пропускаемая мощность коаксиального соединителя обратно пропорциональна $\sqrt{f}$, где f – частота [4]. Графические зависимости средней мощности соединителей от частоты, построенные в двойных логарифми-

Таблица 1. Коаксиальные соединители мм-диапазона

Соединитель	Компания	Год создания	Теоретическая предельная частота, ГГц	Максимальная допустимая частота, ГГц	Диаметры, мм		
					Наружный проводник	Внутренний проводник	Диэлектрическая шайба
3,5 мм	Hewlett-Packard	1976	38,8	33	3,50	1,52	3,6
2,92 мм (K-соединитель)	Wiltron	1983	46	40	2,92	1,27	3,05
2,4 мм	Amphenol, Hewlett-Packard, M/A-COM	1986	56	50	2,40	1,042	2,1
1,85 мм (V-соединитель)	Amphenol, Hewlett-Packard, M/A-COM	1989	73	70	1,85	0,803	1,5
1,0 мм (W-соединитель)	Hewlett-Packard	1989	133	110	1,0	0,434	1,15
0,8 мм	Anritsu	Начало 2000-х годов	166	146	0,8	0,347	0,559
0,6 мм	Anritsu	–	222	Не определена	0,6	0,26	0,406
0,4 мм	Anritsu	–	332	Не определена	0,4	0,174	0,28



Рис. 1. Соединители мм-диапазона

ческих координатах, являются прямыми линиями (см. рис. 2). Средняя мощность определяется конструкцией соединителя, размерами его коаксиальной линии, свойствами применяемых материалов и зависит от частоты, температуры и давления окружающей среды.

Для соединителей 1,0 и 0,8 мм компания Anritsu приводит величину допустимой пропускаемой мощности 6 Вт.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СОЗДАНИИ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ММ-ДИАПАЗОНА

С ростом предельной частоты соединители мм-диапазона имеют всё меньшие диаметры проводников коаксиальной линии, поэтому главной проблемой при создании этих соединителей является разработка конструкции внутреннего проводника и диэлектрической шайбы, а также способа закрепления в ней внутреннего проводника и самой шайбы – в корпусе соединителя.

Эти вопросы были подробно рассмотрены Б. Олдфилдом [3]. Прежде всего, с ростом частоты всё сложнее обеспечить надёжный контакт миниатюрных центральных проводников соединителей: вилки и розетки. Если бы вилка и розетка были униполярными, то есть имели бы одинаковые центральные контакты, например подпружиненные кнопки, это позволило бы значительно упростить ситуацию (за рубежом такие соединители называют «бесполыми»). Однако с ростом частоты размеры внутренних проводников настолько уменьшаются (см. табл. 1), что создание униполярных контактов, обеспечивающих упругое соединение, становится трудновыполнимой задачей. Возможно, что соединитель SMA (предельная частота 18 ГГц) является последним униполяр-

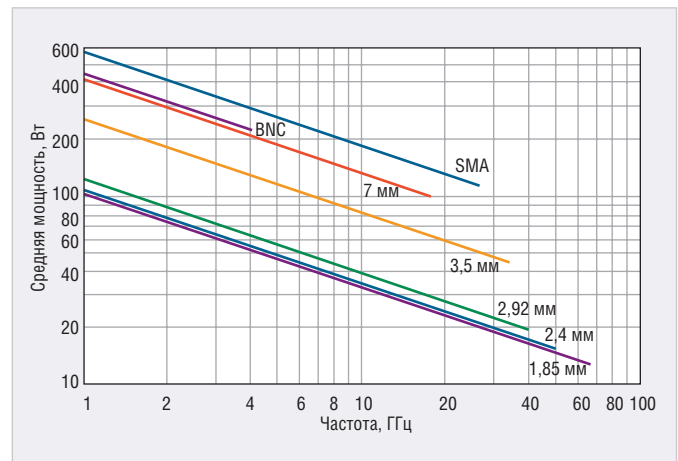


Рис. 2. Частотная зависимость средней пропускаемой мощности соединителей

Таблица 2. Основные параметры соединителей мм-диапазона

Параметры соединителей	3,5 мм	2,4 мм	1,85 мм	1,0 мм	0,8 мм
Диапазон рабочих частот, ГГц	DC–34, оптимально DC–26	DC–50	DC–65	DC–110	DC–145
Максимальный КСВН (в диапазоне частот, ГГц)	1,15	1,30	1,30	1,40	1,55 (DC–110), 1,67 (110–145)
Максимальная величина потерь, дБ (в диапазоне частот f, ГГц)	0,15	0,05	1,43 (DC–65)	0,70	0,70
Допустимая пропускаемая мощность, Вт	см. рис. 2			6	6
Напряжение пробоя, В	1500	750	1000	500	500
Экранное затухание, дБ (на частотах f, ГГц)	–90 (26,5)	–(120–f)	–(120–f)	–100	–
Сопротивление изоляции, МОм	5000	>3000	>3000	>3000	>1200
Сопротивление контактов, МОм:					
– центрального	2,0	3,0	3,0	6	6
– наружного	1,0	2,0	2,5	–	–
Допустимое количество соединений/рассоединений	>500	500	500	500	–
Момент закручивания гайки при соединении вилки и розетки, Н·м	0,8–1,1	0,9–1,1	1,36 max	0,9–1,1	0,9–1,1
Диапазон рабочих температур, °C	–65...+165	–65...+165	–55...+125	–60...+165	–54...+125

Примечание: DC (direct current) – постоянный ток.

ным соединителем [3]. При этом даже если бы и удалось изготовить униполярный соединитель мм-диапазона, его стоимость была бы несравнимо выше, чем в случае стандартного соединения штырь – гнездо с ламелями.

В то же время и стандартное соединение штырь – гнездо имеет немало проблем. Начиная с гнездового контакта с двумя ламелями соединителя SMA, встала проблема его повреждения при неосторожном сочленении со штыревым контактом, в связи с чем количество соединений/рассоединений было ограничено числом 500. Более упругим считается гнездовой контакт с четырьмя ламелями, который реализован в соединителе 3,5 мм. Поскольку средний диаметр штыревого контакта вилки равен 0,92 мм, а наружный диаметр гнездового контакта – 1,52 мм, толщина стенки гнездового контакта приблизительно равна 0,3 мм. Гнездовой контакт с такой

толстой стенкой является недостаточно упругим и может приводить к износу контактирующих поверхностей при сочленении со штыревым контактом.

В соединителе 2,9 мм (К-соединитель) удалось решить некоторые проблемы контактирования. При среднем диаметре штыревого контакта 0,92 мм и наружном диаметре гнездового контакта 1,27 мм толщина ламелей гнездового контакта стала приблизительно равной 0,18 мм. Гнездовой контакт стал достаточно гибким, давление на штыревой контакт уменьшилось, а сам штырь был укорочен, чтобы избежать повреждения гнезда при вставлении под углом. В результате лучшие К-соединители обеспечивали до 4000 соединений/рассоединений.

С появлением соединителей 2,4; 1,85 и 1,0 мм миниатюрные гнездовой и штыревой контакты стали ещё более хрупкими и уязвимыми, и когда ком-

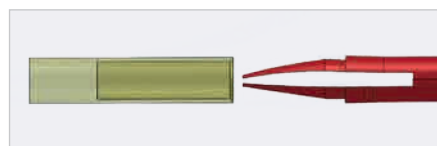


Рис. 3. Центральные проводники соединителя 0,8 мм



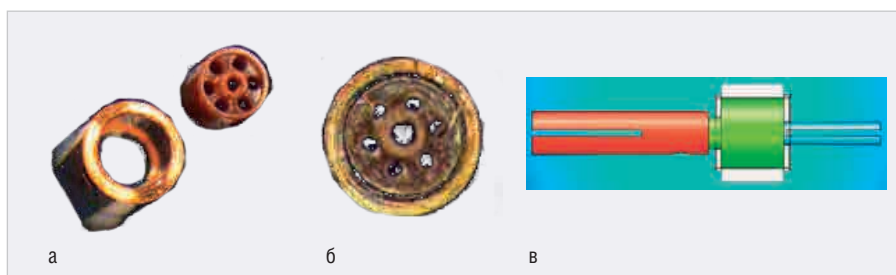
Рис. 4. Сравнительные размеры диэлектрических шайб соединителей мм-диапазона

пания Anritsu начала разработку соединителя 0,8 мм, проблема контактов вышла на одно из первых мест. Прежде всего, оказалось невозможным сделать в гнездовом контакте прорези шириной 25 мкм, чтобы получить 4 ламели, т.к. не существовало фрез толщиной менее 50 мкм.

Билл Олдфилд нашёл блестящее решение этой проблемы [3]. Он предложил сделать гнездо с наружным диаметром 0,35 мм без прорезей и с очень тонкой стенкой, а штырь увеличенного диаметра сделать разрезным (с ламелями) с шириной прорезей 0,05 мм (см. рис. 3). Такой контакт получил название the lobster claw, «коготь омара».

Вторая проблема заключалась в выборе материала и технологии изготовления опорной диэлектрической шайбы соединителя. Шайбы соединителей мм-диапазона обычно изготавливают из термопластичного полиэфиримидного полимера Ultem 1000 [5]. Этот материал имеет высокую механическую прочность, близкую к прочности металлов, высокие термостойкость, химическую и радиационную стойкость. Относительная диэлектрическая проницаемость Ultem 1000 равна 3,15...3,20, тангенс угла диэлектрических потерь – $(13...20) \times 10^{-4}$.

С повышением частоты размеры шайбы значительно уменьшаются. Диаметр шайбы соединителя 0,8 мм с предельной частотой 145 ГГц в 5 раз мень-



Примечание: внутренний проводник на рисунке 5в ещё не имеет дизайн «коготь омара».

Рис. 5. Конструктивные решения соединителя 0,8 мм: а) сборка диэлектрической шайбы с втулкой; б) корпус соединителя с впаянной сборкой; в) схематическое изображение внутреннего проводника, втулки и шайбы

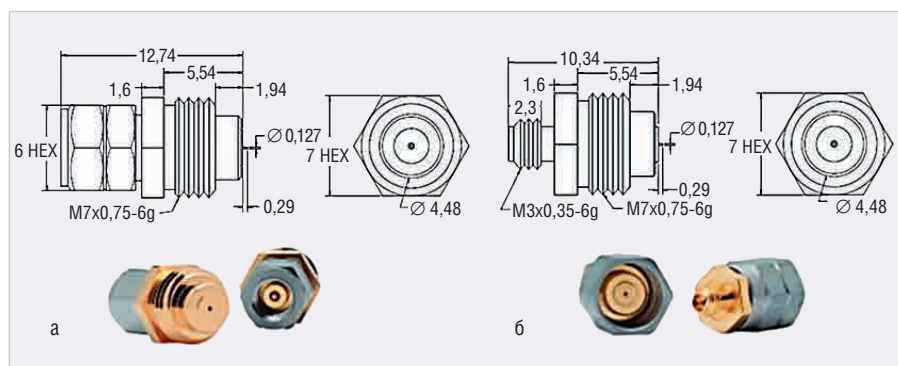


Рис. 6. Соединители 0,8 мм: а) вилка 0.8-105M; б) розетка 0.8-105F

ше диаметра шайбы К-соединителя с предельной частотой 40 ГГц (см. рис. 4).

Кроме того, в шайбе необходимо было просверлить отверстия диаметром всего 0,05 мм (свёрла такого диаметра, к счастью, существуют). Изготовить с высокой точностью шайбу диаметром 0,56 мм с проточками по краям и с 6 отверстиями диаметром 0,05 мм чрезвычайно сложно. Не менее сложно закрепить в шайбе внутренний проводник и полученную сборку – в корпусе соединителя. В связи с этим было принято следующее решение (см. рис. 5).

Шайбу поместили в металлическую втулку, наружный диаметр которой был приблизительно равен диаметру корпуса в области установки втулки. По краям втулка имела очень тонкие стенки. Благодаря этому шайбу можно было надёжно закрепить во втулке, развальцевав её края. Затем втулку с закреплённой шайбой впаивали в корпус соединителя низкотемпературным припоем.

СЕРИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ 0,8 мм КОМПАНИИ ANRITSU

Серия соединителей 0,8 мм с предельной частотой 145 ГГц состоит из негерметичных резьбовых коаксиально-микрополосковых переходов (Sparkplug Connectors): вилки 0.8-105M и розетки 0.8-105F, а также внутрисерийных и межсерийных адаптеров и нагрузок [9].

Конструкция соединителей 0,8 мм показана на рисунке 6, а их основные параметры приведены в таблице 2.

Центральный проводник диаметром всего 0,127 мм и длиной 0,29 мм соединяют с микрополосковой линией пайкой. Допустимая температура нагрева в течение короткого времени +200°C.

На базе соединителя 0,8 мм компания Anritsu разработала 3 внутрисерийных адаптера: вилка – вилка, розетка – розетка, вилка – розетка. Во всём диапазоне рабочих частот DC–145 ГГц максимальный КСВН этих адаптеров равен 1,43, а величина потерь не более 0,35 дБ [2].

При проектировании соединителя 0,8 мм обсуждался вопрос о том, должен ли он быть совместимым с соединителем 1 мм. Чтобы избежать повреждения соединителей, было принято решение об их несовместимости. Для этого на корпусе розетки соединителя 0,8 мм была применена более мелкая резьба М3×0,35 мм, а на корпусе вилки соединителя 1 мм – более крупная резьба М4×0,7 мм, поэтому сочленение обоих соединителей возможно только с помощью адаптеров. Были разработаны 4 межсерийных адаптера 0,8 – 1,0 мм (W1) с предельной частотой 110 ГГц. Адаптеры имеют следующий максимальный КСВН: 1,15 в диапазоне частот DC–40 ГГц; 1,22 в диапазоне частот DC–80 ГГц; 1,29 в диапазоне частот DC–110 ГГц.



Рис. 7. Внутрисерийные, межсерийные адаптеры и нагрузка на базе соединителя 0,8 мм

Наряду с адаптерами были созданы прецизионные нагрузки метрологического класса: розетка 28.8F50 (габаритные размеры 21×80 мм) и вилка 28.850 (23×80 мм). КСВН нагрузок не более 1,05 в диапазоне частот DC–40 ГГц; 1,065 в диапазоне частот DC–80 ГГц и 1,22 в диапазоне частот DC–145 ГГц.

Внешний вид адаптеров и нагрузки показан на рисунке 7.

Для работы с соединителями 0,8 мм компания Anritsu разработала полужёсткий армированный кабель длиной 10 и 16 см (см. рис. 8). Максимальный КСВН кабеля в диапазоне частот DC–145 ГГц – 1,93. КСВН в диапазоне частот DC–18 ГГц не более 1,33; а в диапазоне DC–70 ГГц – менее 1,38.

Соединители 0,8 мм и аксессуары коаксиального тракта в этом диапазоне частот впервые в мире были применены в разработанном компанией Anritsu широкополосном векторном анализаторе цепей VectorStar™ ME7838D (см. рис. 9) [10]. Этот анализатор позволяет измерять характеристики устройств на печатных платах в диапазоне частот от 75 МГц до 145 ГГц.

Стоимость соединителей 0,8 мм

Стоимость радиочастотных соединителей зависит от сложности конструкции, класса (общего применения, инструментальные или метрологические) и предельной частоты. Метрологические соединители являются наиболее дорогими – их стоимость часто на порядок выше, чем у соединителей общего применения.

Соединители мм-диапазона стоят гораздо дороже соединителей см-диапазона по причине более сложной конструкции и технологии изготовления. На рисунке 10 приведена средняя стоимость соединителей мм-диапазона по данным компании Southwest Microwave, США [11]. Для сравнения на рисунке представлена также стоимость

наиболее широко применяемого в технике СВЧ-соединителя SMA с улучшенными параметрами (предельная частота 27 ГГц). Поскольку в каждой серии мм-соединителей насчитываются десятки модификаций разного назначения и стоимости, для оценки общей картины взяты средние ценовые величины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эволюция радиочастотных соединителей поразительна. Сначала был освоен сантиметровый диапазон длин волн. С середины 70-х годов прошлого столетия началось продвижение радиочастотных соединителей в миллиметровый диапазон. Достижение каждой предельной частоты казалось последним, однако раз за разом создавались всё более высокочастотные соединители. Достижение частоты 145 ГГц – это ещё не конец эволюции соединителей. Компания Anritsu продолжает работы по созданию соединителя 0,6 мм с теоретической предельной частотой 220 ГГц. Кроме того, теоретически возможен соединитель 0,4 мм с предельной частотой 332 ГГц. Сейчас производство таких соединителей кажется невозможным, но не будем ограничивать наше воображение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Love J. Looking back across 50 years of microwave engineering. 08.02.11: <https://www.eetimes.com>.
2. Tumbaga C. 0.8 mm Connectors Enable D-Band Coaxial Measurements. Microwave Journal. 2019. № 3.
3. Oldfield B. The Importance of Coax Connector Design Above 110 GHz. Anritsu Co., 2007: https://dl.cdn-anritsu.com/ja-jp/test-measurement/reffiles/About-Anritsu/R_D/Technical/E-22/22_07.pdf.
4. Джуринский К.Б. Современные радиочастотные соединители и помехоподавляю-



Рис. 8. Полужёсткий армированный кабель серии 3670



Рис. 9. Векторный анализатор цепей VectorStar™ ME7838D

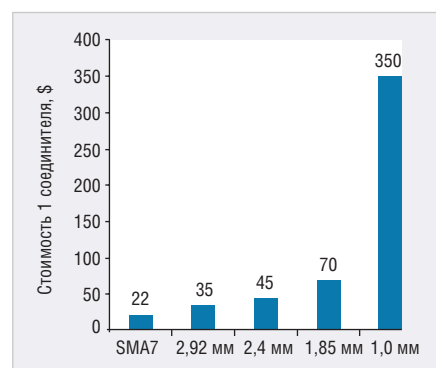


Рис. 10. Средняя стоимость соединителей мм-диапазона

щие фильтры. – СПб.: Файнстрит, 2014. – 426 с.

5. Джуринский К.Б. Радиочастотные соединители, адаптеры и кабельные сборки. – М.: Ваш Формат, 2018. – 400 с.
6. Джуринский К.Б., Павлов С.В., Морозов О.Ю. Отечественные радиочастотные соединители мм-диапазона длин волн. Электроника НТБ. 2017. № 3. С.154–168.
7. Shaff D. Connector and Cable Assembly Supplier. International Microwave Symposium Wrap-Up, July 14, 2015.
8. Power Handling: Connectors: <https://www.centricrf.com>
9. Coaxial Connector System with Single-Mode Performance to 145 GHz. 0.8 mm Connectors TDS May 2015. Anritsu Company.
10. ME7838D BB/mm-Wave VNA TDS PN: 11410-00778, Rev.H.
11. <https://www.hasco-inc.com/southwest-microwave-connectors/>



НОВОСТИ МИРА

В ПРЕСС-ЦЕНТРЕ ТАСС ОБСУДИЛИ СТРАТЕГИЮ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ ДО 2030 ГОДА

Минпромторг России разработал проект «Стратегия развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года». В соответствии с прорывным сценарием объёмы производства в отрасли должны вырасти более чем в 2,5 раза, серьёзно планируется увеличить и показатели экспорта. За тот же период гражданский сектор электроники должен вырасти примерно в 5 раз с 940 млрд до 4,6 трлн рублей.

Приоритетными направлениями для отрасли станут кадры, научно-техническое развитие, средства производства, управление, кооперация, отраслевые стандарты, отраслевая информационная среда, капитализация, рынки и продукты, финансовое обеспечение и инвестиционная привлекательность.

Презентация проекта состоялась 21 августа 2019 г. в пресс-центре ТАСС.

Текущее состояние и тенденции развития электронной промышленности России, обе-

спечение технологического суверенитета, в том числе в части критической инфраструктуры, изменения законодательства, направленные на стимулирование производства радиоэлектронной продукции на территории России, обсудили директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ Василий Шпак, директор по развитию производств GS Group Фёдор Боярков, генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова, представитель Ассоциации разработчиков и производителей электроники (АРПЭ) Сергей Долгопольский, президент компании «Элемент» Илья Иванцов, директор Мытищинского научно-исследовательского института радиоизмерительных приборов (МНИИРИП) Павел Куцько, исполнительный директор Консорциума дизайн-центров и предприятий радиоэлектронной промышленности Вера Смирнова и генеральный директор «ЦНИИ «Электроника» Алёна Фомина.

Василий Викторович Шпак в своём докладе обозначил главную цель стратегии – завоевание отечественного рынка, добиться преобладания российских радиоэлектронных устройств на внутреннем рынке



России. Он акцентировал внимание журналистов на том, что представленный проект – это документ высшего уровня, далее будут представлены механизмы и сценарии, которые должны привести к поставленным целям. Одна из основных задач при этом заключается в формировании институтов, которые стимулируют развитие сотрудничества и достижение стратегических целей. Это центры технологических компетенций, «отраслевые чемпионы», сеть дизайн-центров, центры коллективного проектирования, производственные консорциумы и стратегические альянсы. Минпромторг России будет мотивировать их включаться в создаваемые кооперационные цепочки.

ProCHIP

POWERED BY ProSOFT

Активный компонент вашего бизнеса

- + Различные решения по подбору элементной базы
- + Осуществление поставок комплектующих для серийного производства и новых разработок
- + Поддержка склада
- + Оказание технической и информационной поддержки



+7 (495) 232-2522
INFO@PROCHIP.RU
WWW.PROCHIP.RU



Реклама

WolfSpeed

CRANE
ELECTRONICS

SHARP

BULGIN

gummel

SEMILEDS

RAYSTAR

RAYCHIPS

analogix

CREE

APRORIC

NUO

Goodell

HARTING

WHIPP LUMILEDS

LUMINEO

XP Power

MPS

Сергей Львович Долгопольский, представляющий на пресс-конференции интересы АРПЭ, поддержал директора ДРЭП и добавил, что внутренний рынок практически не защищён от более дешёвого и зачастую не всегда качественного иностранного товара. При этом оба спикера согласны с тем, что Россия не должна отделяться от других стран и строить железный занавес.

Импортозамещение – один из главных вызовов развития электронной промышленности в России, уверен представитель высокотехнологичного бизнеса, директор по развитию производства холдинга GS Group Фёдор Валентинович Боярков. Он отметил, что в России «можно и нужно работать», и в качестве аргумента привёл в пример историю развития на территории РФ предприятий инновационного кластера «Технополис GS». Вместе с тем он обозначил приоритетное направление, которое, по его мнению, гораздо шире, чем просто поддержка российской электроники, а именно – кадровый вопрос.

Представитель «Микрона», Гульнара Шамильевна Хасьянова, отметила, что цифры, которые дал Минпромторг, амбициозные, требуются масштабные системные усилия и

государственные меры по защите рынка и восстановлению производственных циклов.

Драйвером рынка, по её словам, выступает насущная потребность в цифровизации инфраструктурных объектов и необходимость обеспечения безопасности этой цифровой инфраструктуры.

Роскомнадзор разъяснил, какие сервисы IoT не требуют лицензирования

В марте 2019 года директор Ассоциации Интернета вещей Андрей Колесников направил обращение в Роскомнадзор с просьбой разъяснить необходимость получения компаниями, предоставляющими решения в области Интернета вещей с использованием сетей подвижной радиотелефонной связи, каких-либо лицензий на осуществление деятельности в области оказания услуг связи. Речь шла, в первую очередь, об удалённом контроле состояния различных объектов, экологическом мониторинге, сборе полевых данных для сельского хозяйства, удалённом сборе данных с приборов учёта ЖКХ, объектов энергетики и подобных сервисах IoT.

Обращение было вызвано тем, что такие решения в области IoT до сих пор не были включены в список сервисов, для предоставления которых не требуется лицензия.

Роскомнадзор рассмотрел обращение и сообщил, что услуги по предоставлению решений в области Интернета вещей являются информационными услугами, а не услугами связи.

«Услуги связи в данном случае оказывают операторы связи, обеспечивающие приём, обработку, хранение, передачу, доставку указанной информации – операторы подвижной радиотелефонной связи. Учитывая изложенное, получение лицензий на осуществление деятельности в области оказания услуг связи на указанные в обращении услуги не требуется», – говорится в письме Роскомнадзора.

Это важное для всего российского рынка Интернета вещей разъяснение, по мнению Андрея Колесникова, станет дополнительным стимулом для развития отечественных решений IoT в области удалённого контроля и мониторинга и благоприятно скажется на всём процессе цифровизации российской экономики.

Новости Интернета вещей

Fastwel



Российская электроника
для ответственных
применений

Скорость и надежность
современных технологий

CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC512



CPC514



CPC516



CPC518



ProSOFT®
WWW.PROSOFT.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

МОСКВА
(495) 234-0636
info@prosoft.ru

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
(812) 448-0444
info@spb.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ
(343) 356-5111
info@prosoftsystems.ru
(912) 620-8050
ekaterinburg@regionprof.ru



Роскомнадзор