

СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ УСТРОЙСТВА – КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ

А.Судаков alex.sudakov@hotmail.com

Более десяти лет назад в США было принято решение о легализации работы сверхширокополосных (СШП) радиосистем на нелицензированной основе [1, 2]. За прошедшее после этого время работа СШП-устройств на законодательном уровне была разрешена в Российской Федерации, Канаде, Европе, Японии, Южной Корее, Тайване и других странах. О том, какие СШП-устройства представлены сегодня на рынке и где они используются, рассказывается в статье.

СШП-УСТРОЙСТВА ЗА РУБЕЖОМ

Обратимся к определению. Согласно части 15F тома 47 Кодекса федеральных правил США [3], СШП-передатчик – это излучатель, который в любой момент времени имеет относительную полосу, равную или большую, чем 0,20, или абсолютную полосу, равную или большую, чем 500 МГц, вне зависимости от относительной полосы. Абсолютная полоса частот при этом измеряется по уровню -10 дБ относительно максимума излучения. Как следует из определения, данное требование относится только к излучающим СШП-устройствам. Если устройство является приемником СШП-сигналов, то его работа регламентируется другими частями законодательства. Помимо ширины полосы, СШП-передатчик характеризуется диапазоном рабочих частот, излучаемой мощностью, уровнем паразитных излучений и областью применения.

Правила устанавливают также требования к широкополосным устройствам, полоса частот основного излучения которых должна быть не менее 10 МГц (часть 15С, §15.252) или 50 МГц (часть 15С, §15.250) при отключенной модуляции со скачкообразной или шаговой перестройкой несущей частоты и может превышать 1 ГГц, включая эффекты от частотной и других видов модуляции.

Отметим, что сегодня сверхширокополосные сигналы чаще всего используются в диапазоне частот до 10 ГГц, при этом СШП-излучение представляет собой последовательность коротких радиоимпульсов длительностью 1,0–5,0 нс. В спектре могут присутствовать локальные максимумы большой амплитуды, например, справа от основного максимума (рис.1) [4]. Ширина полосы

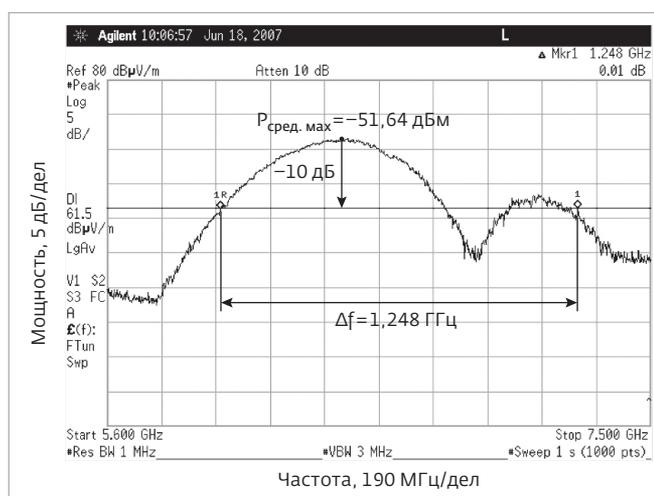


Рис.1. Спектр излучения СШП-радаров RAD635 компании Zebra Technologies

частот Δf такого СШП-излучения определяется с учетом локального максимума.

Процедура регистрации устройств состоит из следующих этапов:

- определение класса СШП-устройства;
- проведение уполномоченными компаниями измерения параметров устройства: полосы частот основного излучения, средней и пиковой мощностей, излучаемых устройством, паразитного излучения и др. в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному классу устройств;
- сбор документов, среди которых должны быть: отчет об измерениях параметров устройства; фотографии устройства во время измерения (общий вид); укрупненные фотографии устройства снаружи и внутри, включающие его идентификационный номер, регистрируемый комиссией; принципиальные схемы; описание принципа работы; инструкция по эксплуатации; запрос о конфиденциальности в случае, если предоставляемые документы содержат коммерческую тайну. В дополнение к перечисленным комиссией также могут быть затребованы уточняющие документы;
- регистрация поданных документов Федеральной комиссией связи США.

Рассмотрим классификацию СШП-устройств, а также некоторые отличительные особенности каждого класса.

Радары подповерхностного зондирования и зондирования строительных конструкций (§15.509 – здесь и в последующих пунктах классификации имеются в виду параграфы части 15F источника [3]).

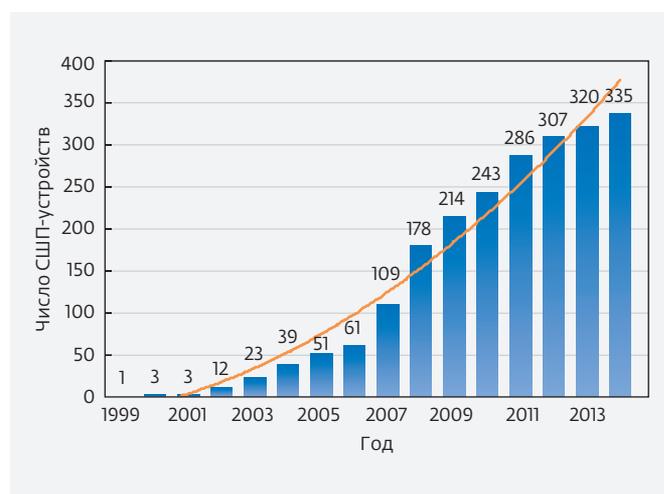


Рис.2. Ежегодная динамика вывода новых видов СШП-устройств на рынок США

Излучение таких радаров может иметь любую полосу и находиться в любом диапазоне частот от нуля до 10,6 ГГц. Разрешенная мощность излучения варьируется в зависимости от используемого диапазона частот.

Радары наблюдения сквозь стены (§15.510). Применение таких устройств ограничивается исключительно государственными силовыми структурами, пожарными и службами спасения.

Стационарные радары слежения (§15.511). Как и в предыдущем случае, использование стационарных радаров разрешено только государственным структурам, а также коммунальным службам и промышленным предприятиям.

Медицинские системы визуализации (§15.513). Их использование возможно только под руководством или наблюдением практикующих медицинских работников.

Автомобильные радары (§15.515). Частоты, выделенные для работы подобных устройств, находятся в диапазоне 22–29 ГГц. Работа радара разрешается только на наземных транспортных средствах и только тогда, когда работает их двигатель.

СШП-системы для применения внутри помещений (§15.517). Являются, как правило, стационарными системами с ограниченными возможностями перемещения, подключаемыми к электрической сети. К ним относятся модули для беспроводной СШП-связи, встраиваемые в стационарные компьютеры и ноутбуки, точки радиодоступа, демонстрационная СШП-аппаратура, маяки систем локального определения местоположения оборудования.

Носимые СШП-системы (§15.519). Небольшие по размерам устройства, не привязанные к фиксированной инфраструктуре. К ним относятся беспроводные адаптеры для СШП-связи, подключаемые, например, в USB-порт персонального компьютера, маяки систем определения местоположения

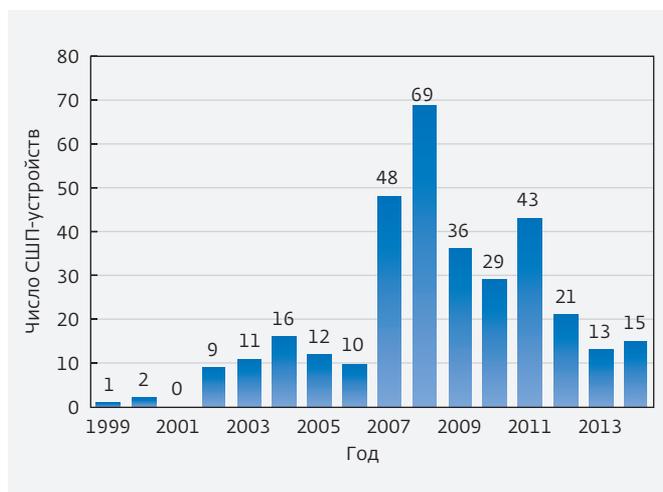


Рис.3. Число новых видов СШП-устройств, ежегодно появляющихся на рынке США

оборудования и персонала с автономным питанием и др. Данные устройства имеют особенности режима передачи сигнала. Если подтверждение от приемника, которому предназначена передача, не получено устройством в течение 10 с, оно прекращает передачу. Такое подтверждение должно приниматься устройством по меньшей мере каждые 10 с. Подавляющее большинство СШП-устройств, относящихся к §15.519, предназначено для предоставления услуг беспроводной связи.

Сегодня в США представлено 326 видов СШП-устройств [5]. Динамика роста их числа (рис.2) показывает, что рынок еще далек от насыщения. Ежегодно появляется ряд новых устройств (рис.3). Прогноз на 2014 год на рис.2 и 3 дан на основе анализа первых трех месяцев текущего года. Среди стран, предлагающих свою продукцию, лидирует США – 223 вида устройств, другие страны предлагают существенно меньшие количества (рис.4).

Интересно также распределение числа видов устройств, относящихся к различным параграфам в соответствии с вышеприведенной классификацией, а также описанных в параграфах 15.250, 15.252 (рис.5). К §15.250 относятся теги (tag – ярлык, метка) СШП-систем локального позиционирования, которые работают вне помещений. Формально такие устройства не могут быть причислены ни к одному из параграфов части 15F. Наиболее близким является §15.517, однако согласно ему работа СШП-устройства вне помещения не разрешается. Требованиям §15.519 эти устройства также не соответствуют, поскольку некоторые маяки СШП-систем позиционирования являются только передатчиками и не могут обеспечить

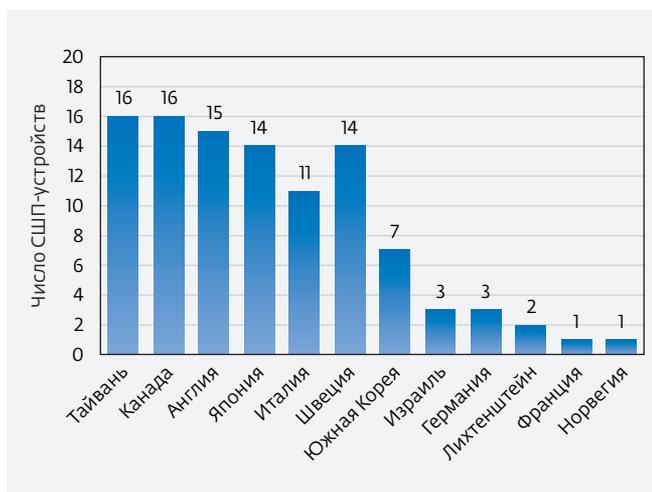


Рис.4. Распределение между странами по числу СШП-устройств (рассматриваются устройства, представленные на рынке США) (конец марта 2014 года)

получение подтверждения о приеме переданной информации.

До сих пор ни одно медицинское устройство не заявлено для работы в соответствии с требованиями §15.513. Известна канадская компания [6], вышедшая на рынок США с медицинским устройством, но оно было заявлено для работы в соответствии с условиями §15.517. Данное обстоятельство связано с длительностью и дороговизной клинических испытаний устройств для медицинского применения.

Все зарегистрированные СШП-устройства можно разделить на три категории – радиолокационные,

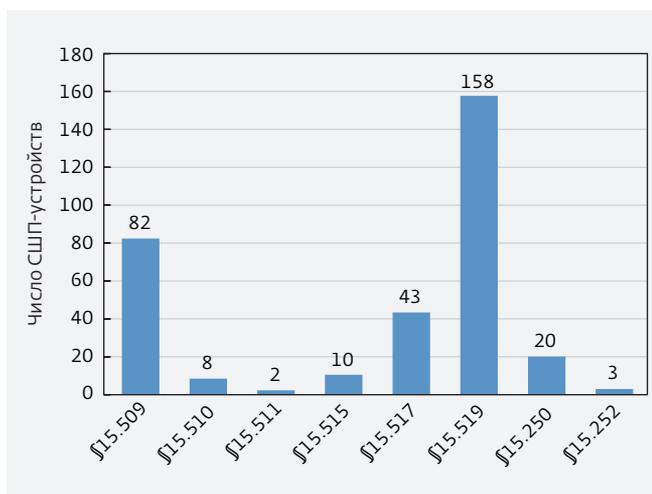


Рис.5. Число видов СШП-устройств на рынке США, работающих согласно различным параграфам части 15 Кодекса федеральных правил США (конец марта 2014 года)



Рис.6. Классификация СШП-устройств. В скобках указано абсолютное число видов устройств, относящихся к данной категории

радиокommуникационные и радионавигационные (рис.6). Большинство (56,4%) решает радиокommуникационные задачи.

Сегодня СШП-радиосвязь используется на расстояниях до 10 м в различных приложениях (рис.7): для организации беспроводного интерфейса USB 2.0; в беспроводных локальных компьютерных сетях передачи данных со скоростями до нескольких Гбайт/с (посредством мини-PCI-модулей); в беспроводных VGA- и аудиоадаптерах, а также



Рис.8. Классификация радиолокационных СШП-устройств

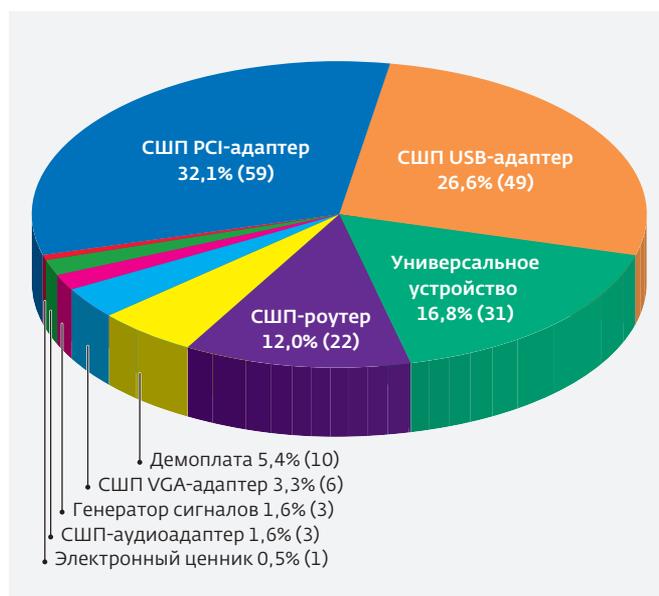


Рис.7. Классификация радиокommуникационных СШП-устройств

в универсальных многофункциональных устройствах передачи различных видов данных (например, предназначенных для трансляции изображения высокой четкости с рентгеновского аппарата). К этой категории относятся также специализированные устройства – генераторы СШП-сигналов с возможностью приема и анализа принимаемых сигналов и информационных протоколов.

В отличие от радиокommуникационных устройств, решающих ограниченный набор задач, радиолокационные СШП-устройства используются во многих приложениях (рис.8). Неразрушающий контроль реализуют системы СШП-геолокации и локации строительных объектов. На транспорте СШП-радары выполняют функции автоматического круиз-контроля и контроля мертвых зон. СШП-радары слежения через стену применяются для

обеспечения безопасности в гражданских и военных целях. Портативные (бытовые) СШП-приборы обнаружения арматуры и инородных предметов в стенах применяются в области строительства и ремонта. СШП-радары контроля периметра и территории используются для охраны коммерческих и частных объектов. В промышленности находят применение СШП-радары измерения уровня жидкостей (в том числе ядовитых) и сыпучих предметов. В медицине при помощи СШП-радаров диагностируют дыхание и сердечную деятельность пациентов.

Радионавигационные СШП-системы представлены тегами – передатчиками опорного сигнала, а также системами для демонстрации возможностей СШП-технологии в данной области. Необходимо отметить, что СШП-радионавигация при использовании внутри помещений

рассматривается в качестве основы для системы, расширяющей и дополняющей возможности глобальных навигационных систем GLONASS/GPS.

Интересно, что не все СШП-устройства, представленные на рынке США, жестко следуют требованиям действующего законодательства. При необходимости в Федеральную комиссию связи США подается прошение с обоснованием, почему для данного устройства должно быть сделано исключение. После рассмотрения обоснования Комиссией выносится решение о полном или частичном одобрении прошения или его отклонении.

Известно по меньшей мере четыре СШП-устройства, которые получили полное или частичное одобрение Комиссии о запрашиваемых исключениях (табл.1). Было также одобрено прошение [7], поданное целой группой компаний, входящих в OFDM-альянс. Оно касалось процедуры измерения

Таблица 1. Исключения из правил США для СШП-устройств

Устройство	Радиолокационная система защиты периметра	Детектор обнаружения объектов в стене	Маяк системы локального позиционирования	Радиолокационная система слежения
ID-номер устройства	Q5ZQUPID2003	TXT-DTECT150A	QCJxx	USJCMD2A-F2
Компания	Curtiss Wright/ Vista Controls	Robert Bosch Tool Corporation	Multispectral Solutions/Zebra Technologies	UltraVision Security Systems
Параграф	15.511	15.509, 15.503(h)	15.250	15.511, 15.209
Требование параграфа правил	Средняя мощность излучения ниже –41,3 дБм, пиковая – ниже 0 дБм	Не разрешен режим обнаружения арматуры в тонких стенах, неспособных поглотить излучаемый сигнал	Пиковая мощность излучения ниже 0 дБм	Допускается только паразитное излучение на частотах до 960 МГц
Требование прошения	Увеличить среднюю мощность излучения до –20 дБм и пиковую до 40 дБм	Разрешить устройству использовать режим обнаружения арматуры в тонких стенах	Увеличить пиковую мощность излучения на 12,75 дБ выше нормы	Выделить диапазон частот 80–600 МГц для основного излучения радиосистемы
Номер прошения	DA-07-198A1 [8]	DA-11-899A1 [9]	FCC-07-95A1 [10]	FCC-08-263A1 [11]
Проступило удовлетворено?	Да. Ограничено работой на территориях с высоким уровнем секретности, оборудованных системами контроля доступа	Да	Да. Ограничено работой на промышленных территориях с высокой степенью опасности	Да. С ограничением на ежегодное число устанавливаемых устройств

Таблица 2. Российские производители СШП-устройств

Компания	Номенклатура производимых СШП-изделий
Научно-исследовательский Центр сверхширокополосных технологий Московского авиационного института (НИЦ СШП МАИ)	Система охраны территории от несанкционированного проникновения людей и техники Система точного определения местоположения персонала и (или) оборудования в здании или на территории Радар для обнаружения людей за оптически непрозрачными преградами Радар для дистанционного мониторинга психофизиологических показателей человека Радар для круглосуточного мониторинга дыхания и пульса пациентов в реанимационных, ожоговых отделениях больниц и детских отделениях родильных домов Измеритель скорости пульсовой волны и вариабельности сердечного ритма и др.
ООО Смоленский научно-инновационный центр радиоэлектронных систем "ЗАВАНТ"	Сверхширокополосная радиолиния высокоскоростной передачи данных Измерительный комплекс для исследований отражения СШП-сигналов СШП РЛС обнаружения и мониторинга человеческого дыхания СШП РЛС контроля заполнения путей сортировочного парка СШП-радиолокационный измеритель дальности СШП-антенны и др.
ООО "НаноХаос"	Сверхширокополосный малогабаритный приемопередатчик ППС-40 для беспроводных персональных систем связи Сверхширокополосный приемопередатчик ППС-50 для создания беспроводных сенсорных систем Активные сверхширокополосные радиометки (RFID) Учебно-научный комплекс "Сверхширокополосные беспроводные сенсорные сети" СШП-микropередатчик "КРОШ" СШП-беспроводная сенсорная сеть.
НПП "ТРИМ"	СШП-цифровые стробоскопические регистраторы, осциллографы и измерители S-параметров Генераторы сверхкоротких видео- и радиоимпульсов СШП-антенны СШП-автоматизированные комплексы для измерения параметров антенн (в дальнем поле, в ближнем поле и с использованием коллиматора) СШП-автоматизированные комплексы для измерения радиолокационных характеристик объектов (в дальнем поле и с использованием коллиматора)
ООО "Логис"	Георадары серии "ОКО-2"
ООО "НаноПульс"	Сторож детского сна Прикроватный монитор Монитор для детских инкубаторов Детектор апноэ во сне Детектор пневмоторакса Измеритель скорости пульсовой волны
ОАО "Конструкторское бюро опытных работ"	Измеритель толщины льда Пикор-Лед 2М Прибор мониторинга дорожного покрытия Пикор-Автодор Прибор для обнаружения движения за преградами Пикор-Био Комплект поискового георадара Пикор-Гео СШП-антенны СШП-модули СШП-комплекты разработчика и др.

излучаемой СШП-устройством мощности в рабочем режиме без отключения режима модуляции несущей частоты.

С момента легализации СШП-технологии прошло более десяти лет. За это время законодательство США, относящееся к СШП-устройствам, несколько раз корректировалось [12, 13]. Этот процесс продолжается, о чем косвенно свидетельствуют обращения компаний в Федеральную комиссию связи США с прошениями об исключении из правил для того или иного устройства. Иногда такие прошения вызваны несовершенством правил, а иногда – требованиями общественной безопасности. Комиссия, отрабатывая поступающие запросы, меняет законодательство или разрешает работу конкретного устройства, не препятствуя, таким образом, развитию СШП-технологии и бизнеса обратившейся компании.

РАЗВИТИЕ СШП-ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ

Продукция российских компаний напрямую не представлена на рынке США, однако отечественные инженеры активно участвуют в развитии СШП-технологии. Сегодня в России существует порядка десяти компаний [14–20], деятельность которых затрагивает все области применения СШП-технологии. Продукция, поставляемая российскими компаниями, включает радары подповерхностного зондирования, радары наблюдения через стены, радары охраны территории, медицинские СШП-устройства различного назначения, а также системы СШП-радиосвязи (табл.2).

Отдельно необходимо отметить разработки СШП-устройств, выполняемые по заказу иностранных инвесторов. С одной стороны, подобное сотрудничество привлекает иностранный капитал в Россию, с другой – результаты такой работы, включая интеллектуальную собственность, например [21, 22], принадлежат инвестору, который впоследствии занимается выводом полученного устройства на мировые рынки, получая всю прибыль от продаж.

На законодательном уровне использование СШП-устройств в России регулируется решением Государственной комиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 15 декабря 2009 года №09-05-02 [23], которое одобрило использование полосы радиочастот 2,85–10,6 ГГц сверхширокополосными беспроводными устройствами с малым радиусом действия. Согласно определению, приведенному в приложении Решения, сверхширокополосными беспроводными устройствами являются устройства малого радиуса действия, использующие для передачи и/или приема данных радиочастотный канал

шириной не менее 500 МГц. Установлено также деление СШП-устройств на два класса – для внутри-офисного применения и для применения без ограничений территории, которые отличаются уровнем излучения. Решение [23] ссылается на более ранний документ [24], который разрешает применение устройств малого радиуса действия без оформления отдельных решений ГКРЧ и разрешений на использование радиочастот или радиочастотных каналов для каждого конкретного пользователя при выполнении следующих условий:

- соответствие технических характеристик, условий использования и типов устройств малого радиуса действия основным техническим характеристикам, условиям использования и типам, указанным в приложениях к [24];
- устройства малого радиуса действия не должны создавать недопустимых помех и требовать защиты от помех со стороны радиоэлектронных средств, работающих в соответствии с Таблицей распределения полос частот между радиослужбами Российской Федерации;
- регистрация устройств малого радиуса действия в установленном в Российской Федерации порядке.

Подведем итог. Число СШП-устройств на рынках в различных странах увеличивается из года в год. Многие компании расширяют границы бизнеса после того, как добились успеха в своей стране. В целом прошедшие годы можно считать успешными для СШП-технологии. Она доказала свою состоятельность и не собирается сдавать позиции другим динамично развивающимся технологиям, постоянно находя все новые ниши для применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. DOC-22000. New Public Safety Applications and Broadband Internet Access Among Uses Envisioned by FCC Authorization of Ultra-Wideband Technology. – FCC, February 14, 2002.
2. FCC 02-48. Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems. First Report and Order. – FCC, April 22, 2002.
3. Radio Frequency Devices // FCC, CFR Title 47, Chapter I, Part 15, 10-01-2010, p.752–871.
4. Electro Compatibility Test Report for the Multispectral Solutions, Inc. Model RAD635. FCC ID QCRJRADEKL. – MET Laboratories, Inc. Report № EMC22474-FCC250 REV. 2. August 7, 2007, p.55.
5. www.fcc.gov – Federal Communication Commission web site (01.03.2014).
6. www.wireless2000.com – Wireless 2000 UWB and RF Technologies web site (01.03.2014).

7. FCC 05-58. Petition for Waiver of the Part 15 UWB Regulations Filed by the Multi-band OFDM Alliance Special Interest Group. – FCC, March 11, 2005.
8. DA 07-198. Curtis-Wright Controls Inc., Embedded Computing Petition for Waiver of the Part 15 Ultra-Wideband (UWB) Regulations. – FCC, January 26, 2007.
9. DA-11-899. Robert Bosch, GmbH Request for Waiver of Part 15 Ultra-wideband Rules for a Wall Imaging Device. – FCC, May 23, 2011.
10. FCC-07-95. Multispectral Solutions, Inc., Request for Waiver of Section 15.250 of the Commission's Rules. – FCC, May 24, 2007.
11. FCC-08-263. Ultravision Security Systems, Inc. Request for Interpretation and Waiver of Section 15.511(a) and (b) of the Commission's Rules for Ultra-Wideband Devices. – FCC, November 20, 2008.
12. FCC-04-285. Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems. Second Report and Order and Second Memorandum Opinion and Order. – FCC, December 16, 2004.
13. FCC-10-151. Revision of Part 15 of the Commission's Rules Regarding Ultra-Wideband Transmission Systems. Third Memorandum Opinion and Order. – FCC, August 11, 2010.
14. <http://www.uwbgroup.ru>. Научно-исследовательский центр сверхширокополосных технологий Московского авиационного института (НИЦ СШП МАИ) (01.03.2014).
15. <http://www.zavant.ru>. ООО Смоленский научно-инновационный центр радиоэлектронных систем "ЗАВАНТ" (01.03.2014).
16. <http://www.nanoxaos.ru>. ООО "НаноХаос" (01.03.2014).
17. <http://www.trimcom.ru> НПП "ТРИМ" (01.03.2014).
18. <http://www.logsys.ru> (01.03.2014).
19. <http://www.nanopulse.ru> ООО "НаноПульс" (01.03.2014).
20. <http://www.kbor.ru> ОАО "Конструкторское бюро опытных работ" (01.03.2014).
21. UWB Signal Transmitter for Radars and Sensors: USA Patent / Krylov K.S., Fedotov D.V., Korolev V.S., et al. – №7545314; published 09.06.09.
22. Monitoring Apparatus of Arterial Pulses and Method for the Same: USA Patent Application / Immoreev I.Ya., Samkov S.V., et al. – №20060094937; published 04.05.06.
23. О результатах работ по конверсии радиочастотного спектра по вопросу использования полосы радиочастот 2.85-10.6 ГГц сверхширокополосными беспроводными устройствами. – Решение ГКРЧ №09-05-02, 15 декабря, 2009.
24. О выделении полос радиочастот устройствам малого радиуса действия. – Решение ГКРЧ №07-20-03-001 с приложением №16, 07 мая, 2007.

■ Промышленная кабельная разводка системы - основа концепции Integrated Industry

Кабельная разводка с высокими рабочими характеристиками представляет собой основу концепции Integrated Industry. Она обеспечивает быстрый и надежный обмен данными, обмен большими объемами данных, а также позволяет объединить все области промышленности от производства до офиса единой сетью.



eCatalogue

Такие требования позволяют четко определить приоритетные направления разработки для технологии передачи данных. На переднем плане находится потребность в большей производительности, что для сетевой инфраструктуры всегда означает увеличенную ширину полосы пропускания. Однако в промышленности сюда добавляется еще один пункт. Сеть должна надежно функционировать в любой среде и при всех механических и химических воздействиях.

Сильные колебания температуры, крайне суровые условия окружающей среды, повышенная или пониженная влажность, а также механические воздействия не должны оказывать никакого влияния на эксплуатационную надежность. Кроме того, интерфейсы должны быть гармонизированы, чтобы сократить время передачи данных и свести к минимуму потенциальные источники погрешностей. Все это достигается с помощью высокого уровня стандартизации аппаратного и программного обеспечения. Третьим элементом является повышенная степень независимости сетевой инфраструктуры от специальных вариантов применения, т.е. общее применение инфраструктуры.

Разработчики технологической группы HARTING усердно работают над этими тремя аспектами – производительностью, стандартизацией и возможностью общего применения. А также компания HARTING активно участвует в международной стандартизации технологии сетей передачи данных. Здесь специалисты HARTING вовлечены в работу национальных и международных органов, в частности, ISO/IEC.

HARTING предлагает комплектную систему структурированной кабельной разводки для вычислительных центров, офисов и промышленности.

АССОРТИМЕНТ СТРУКТУРИРОВАННОЙ КАБЕЛЬНОЙ РАЗВОДКИ

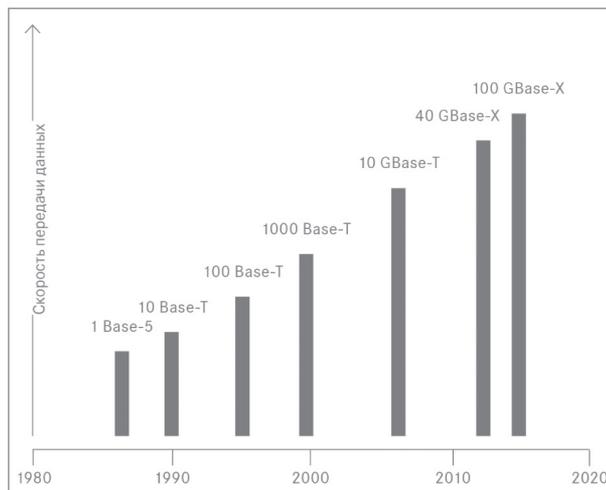
В настоящее время HARTING предлагает комплектную систему структурированной кабельной разводки для вычислительных центров, офисов и промышленности. Ассортимент основывается на медных и оптоволоконных компонентах и сочетает технологию preLink® с классической технологией заделки соединителей серии IDC без использования инструментов.

Текущий спектр продукции в области техники четырехпарных соединений, кабелей и системных кабелей для технологии сетей передачи данных компании HARTING рассчитан на ширину полосы пропускания 500 МГц. Это соответствует категории 6А согласно ISO/IEC и обеспечивает передачу данных со скоростью до 10 Гбит/с. При промышленном применении категория 6А обеспечивает достаточные резервы. На практическом уровне часто преобладают двухпарные соединения, применяемые главным образом в автоматизированных профилях, например, в PROFINET. Для такого применения характерна сборка на месте и ограничение использованием сети Fast Ethernet. Компания HARTING модернизировала ассортимент вариантов кабель-

ной разводки в направлении категории 6A и для этих вариантов применения. Таким образом, в настоящее время для PROFINET имеется целый спектр четырехпарных компонентов. Это гарантирует эффективность капиталовложений на много лет вперед.

ГЛЯДЯ В БУДУЩЕЕ

Поскольку в будущем, несомненно, потребуются еще более широкие полосы пропускания, специалисты HARTING уже сейчас работают над следующим поколением сетей. В рамках исследовательского проекта совместно с Ройтлингенским университетом и другими специалистами ведется разработка и испытание новых технологий передачи данных со



скоростью 100 Гбит/с через симметричные каналы передачи на основе меди.

EasyLan
for a better connectivity

HARTING

- Медные кабели preLink® HDS
- Оптоволокно preLink® HDS
- Панель preLink® HDS
- Магистральный кабель preLink® HDS
- Коммутационная панель
- Медный соединительный кабель со светодиодами saCon®
- Соединительный оптический кабель со светодиодами saCon®
- Основной модуль preLink® HDS
- Модуль preLink® RZ
- Система Аккермана под полом
- Розетка для данных preLink®
- Медные кабели preLink® HDS
- Основной модуль preLink®
- Точка объединения preLink®
- preLink®, гибкое исполнение, стационарное исполнение
- Расширитель
- Розетка подключения данных preLink®
- preLink® M12
- Камера
- Шкафы
- Устройство управления дверью

Огнеупорная перемычка