

Антенны производства компании HUBER+SUHNER AG

для беспроводных систем связи
на транспорте

Применение беспроводных систем связи на транспорте позволяет качественно организовать системы управления его движением и повысить привлекательность для пассажиров за счет создания новых, современных услуг связи и предоставления необходимой информации. Реализация подобных систем требует не только учета целого ряда специфических для транспорта факторов, но и соответствующей компонентной базы. В статье представлен обзор отвечающих всем актуальным для данной продукции требованиям антенн для применения на транспорте производства швейцарской компании HUBER+SUHNER AG (H+S).

Алексей Гнутов
gae@nktele.ru

Компания H+S предлагает несколько семейств антенн, предназначенных для применения на железнодорожном и городском транспорте (табл. 1). Данные изделия могут использоваться в составе систем, ориентированных на решение служебных задач или реализацию дополнительных сервисов для пассажиров. Например, информирование машиниста и пассажиров о местоположении поезда или времени до следующей остановки, предоставление доступа в Интернет и к сетям мобильной связи, управление движением транспорта, учет пассажиров и времени в пути, организация систем видеонаблюдения и т. д.

Особенностью антенн H+S рассматриваемых семейств является широкополосность. Диапазон рабочих частот в пределах 380–5875 МГц позволяет использовать их в приложениях TETRA, GSM, GSM-R, UMTS, Wi-Fi, WiMAX и других

стандартах беспроводной связи. Кроме того, навигационная антенна GPS/ГЛОНАСС, интегрированная в ряд изделий, позволяет принимать сигналы систем спутниковой навигации, что еще более расширяет гамму возможных решений. Выбор конкретного типа антенны осуществляют исходя из предполагаемого формата связи, типа транспортного средства, расположения базовых станций и профиля сооружений на пути следования.

Всенаправленные антенны SENCITY Rail для железнодорожного транспорта

Основу семейства SENCITY Rail в настоящее время составляют широкополосные всенаправленные антенны со встроенной пассивной или активной GPS/ГЛОНАСС-антенной (или без нее). Широкополосные антенны имеют диа-

Таблица 1. Антенны H+S для транспорта H+S

Семейство антенн	Применение			
	Поезда	Метро	Трамваи	Автобусы
SENCITY@ Rail	+	+		
SENCITY@ Rail Excel	+	+		
SENCITY@ Avant			+	+

Таблица 2. Характеристики широкополосной антенны

Диапазон частот, МГц	870–960	1710–2170	2400–2700	3400–3700	5150–5875
Волновое сопротивление, Ом	50				
КСВН*	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
Поляризация	Линейная, вертикальная				
Коэффициент усиления, дБи	6,0	8,5	9,5	9,5	8,5
Развязка между выходами, дБ	>30	>40	>40	>37	>28
Максимальная мощность, Вт	400				

Примечание. * – значения гарантированы для металлической и неметаллической крыши.

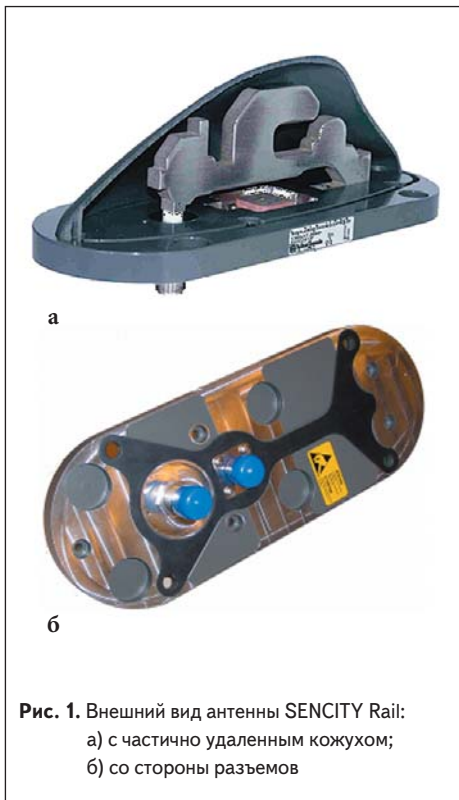


Рис. 1. Внешний вид антенны SENCITY Rail: а) с частично удаленным кожухом; б) со стороны разъемов

пазон рабочих частот 870–5875 МГц, линейную вертикальную поляризацию и отличаются высоким коэффициентом усиления (табл. 2). КСВН антенн в диапазоне рабочих частот не превышает 1,5–2,0 единицы. Встроенная навигационная GPS/ГЛОНАСС-антенна имеет правую круговую поляризацию. Коэффициент усиления этой антенны без усилителя — не менее 6 дБи, коэффициент усиления малошумящего усилителя активной антенны — 27+/-2 дБ. Питание усилителя (3,0–5,0 В, 25 мА) подается непосредственно на выход антенны. В качестве интерфейсных соединителей используются разъемы типов N или TNC. Развязка между навигационным и широкополосным выходом составляет не менее 28 дБ во всем диапазоне рабочих частот. Несущим элементом конструкции антенн является массивное металлическое основание. На нем смонтированы широкополосный излучатель сложной формы, модуль GPS, интерфейсные

Таблица 3. Варианты исполнения антенн SENCITY Rail

Тип	Обозначение	Замечания	Диапазон частот, МГц	Коэффициент усиления, дБи	Поляризация
1399.17.0039	SWA-0859/360/4/0/V	–	870–5875	6,0–9,5	вертикальная
1399.17.0043	SWA-0859/360/4/0/DF	+ пассивный GPS	870–5875	6,0–9,5	вертикальная
1399.17.0044	SWA-0859/360/4/0/DFRX30	+ активный GPS	870–5875	6,0–9,5	вертикальная
1399.99.0121	SWA-0859/360/4/0/DFRX30_3	+ активный GPS/ГЛОНАСС	806–5935	6,0–9,5	вертикальная

разъемы и защитный кожух (рис. 1а). Форма защитного кожуха выбрана с учетом аэродинамических нагрузок при высоких скоростях движения. На нижней поверхности антенны размещаются интерфейсные разъемы и специальная уплотнительная прокладка (рис. 1б). Габаритные размеры изделия — 260×100×90 мм, масса — 1,2 кг. Диапазон рабочих температур: –40...+85 °С.

Антенны SENCITY Rail были разработаны специально для железнодорожного транспорта и соответствуют стандартам в области безопасности, регламентирующим огнестойкость и токсичность выделяемого дыма (NF F101-16), устойчивость к климатическим воздействиям (EN50155), защиту от короткого замыкания (UIC533, EN50122-1) и электромагнитную совместимость (EN50121-3-2) [1].

Применение высокопрочного пластика для изготовления защитного кожуха позволяет надежно защитить антенну от воздействия града и попадания мелких посторонних предметов даже на высокой скорости движения, и в то же время за счет небольшого количества используемого материала минимальны возможные выбросы вредных веществ в случае возгорания. Уплотнительная прокладка на нижней поверхности основания при правильной установке [2] обеспечивает выполнение требований IP68 и гарантирует надежную защиту антенны и оборудования внутри поезда даже от интенсивного воздействия влаги и пыли. Через небольшое дренажное отверстие в основании внутренние объемы антенны и транспортного средства сообщаются друг с другом, что препятствует накоплению конденсата под защитным кожухом (рис. 2) при резком изменении окружающей температуры.

Одним из требований, предъявляемых к антеннам на железнодорожном транспорте, является защита от поражения электрическим током в случае обрыва контактного провода. Для этого широкополосные излучатели антенн SENCITY Rail заземлены на несущие основания. При правильной установке это гарантирует безопасность персонала, пассажиров и оборудования внутри подвижного состава (рис. 3). Особое значение в данном случае имеет качество электрического контакта между антенной и крышей поезда (или специальной заземляющей пластиной, если антенна установлена на пластиковой крыше). Перед монтажом на металлическую крышу необходимо соответствующим образом подготовить ее поверхность [2].

Широкополосные антенны SENCITY Rail можно использовать в системах, работающих сразу в нескольких форматах связи. Это потребует применения соответствующих вспомогательных элементов: фильтров, дуплексоров, делителей мощности, дополнительных кабельных сборок и т. д. На рис. 4 представлен вариант одновременного использования антенны для навигации, передачи информации о местонахождении и состоянии подвижного состава диспетчеру, служебной связи на станциях и предоставления дополнительных сервисов для пассажиров. В Российской Федерации антенны SENCITY Rail нашли успешное применение в составе системы мониторинга движения железнодорожного транспорта, организованной с использованием GPS/ГЛОНАСС-навигации и GSM.

В III квартале 2009 года предполагается расширение семейства SENCITY Rail за счет сверхширокополосных антенн 380–5875 МГц и низкопрофильных антенн с диапазоном частот 380–2500 МГц для применения в решениях с жесткими ограничениями по высоте.

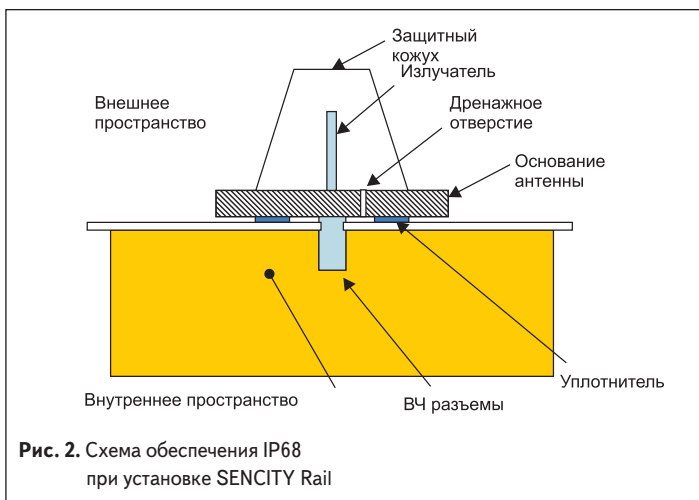


Рис. 2. Схема обеспечения IP68 при установке SENCITY Rail

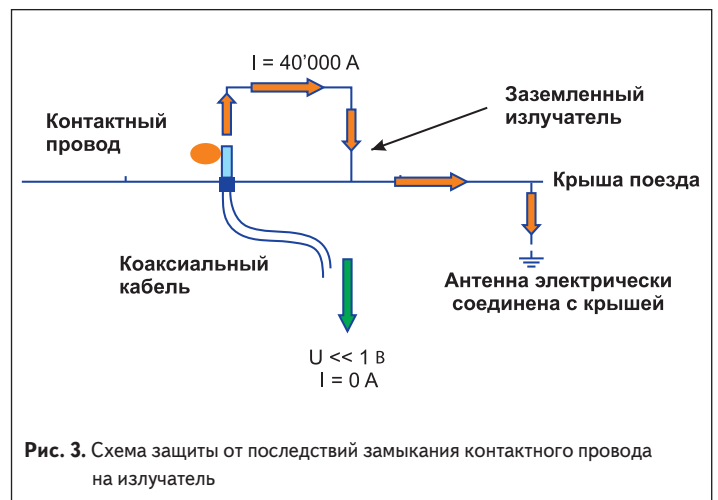


Рис. 3. Схема защиты от последствий замыкания контактного провода на излучатель

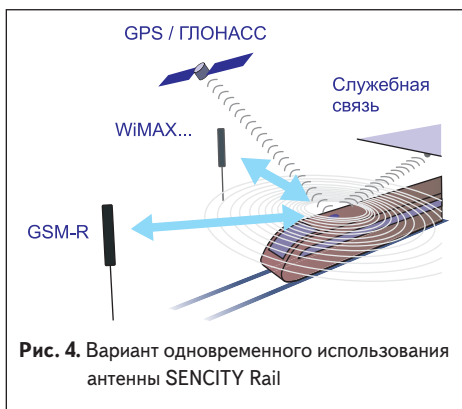


Рис. 4. Вариант одновременного использования антенны SENCITY Rail

Направленные антенны SENCITY Rail Excel для железнодорожного транспорта

Антенны семейства SENCITY Rail Excel сконструированы аналогично SENCITY Rail, но имеют большие размеры (510×85×100 мм) и массу 2,2 кг (рис. 5). Пространство необходимо для размещения направленных излучателей. Диаграммы направленности антенн имеют один или два максимума, ориентированных вдоль большего размера антенны. Диапазоны рабочих частот антенн соответствуют форматам Wi-Fi/WiMAX 2,4; 3,5 и 5 ГГц (табл. 4).

При реализации сплошного покрытия вдоль преимущественно прямого пути следования



Рис. 5. Внешний вид антенны SENCITY Rail Excel

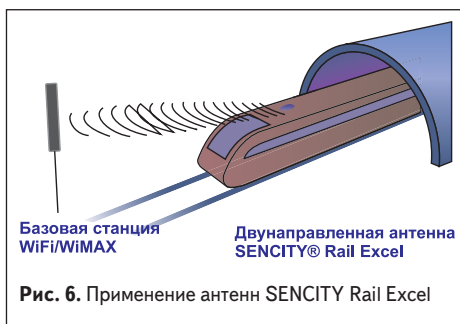


Рис. 6. Применение антенн SENCITY Rail Excel

значительной протяженности применение всенаправленных антенн становится неэффективным, так как в силу малого коэффициента усиления требуется значительное число базовых станций. При использовании направленных антенн с большим коэффициентом усиления плотность размещения базовых станций вдоль пути следования может быть существенно снижена. Антенны SENCITY Rail Excel предназначены как раз для таких решений (рис. 6). Антенны SENCITY Rail и SENCITY Rail Excel в ряде решений могут эффективно дополнять друг друга [4]. На рис. 7 представлен пример одновременного использования направленных (слева) и всенаправленных (справа) антенн.

Антенны для покрытия внутри подвижного состава

В дополнение к семействам SENCITY Rail и SENCITY Rail Excel компания H+S предлагает антенны для выполнения беспроводных межвагонных соединений (рис. 8а, в) и реализации покрытия внутри подвижного состава (рис. 8б).

Ассортимент антенн для покрытия внутри подвижного состава включает изделия с диапазоном рабочих частот от 2,4 до 6,0 ГГц (табл. 5). Конструктивные исполнения антенн предусматривают один из двух способов установки — в потолочные панели или на стенки вагонов. Изделия выполняются из не распространяющих горение и малотоксичных материалов с применением антивандалных

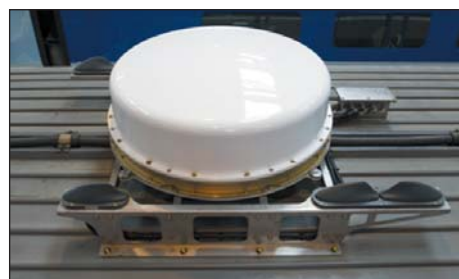


Рис. 7. Пример одновременного использования SENCITY Rail и SENCITY Rail Excel



Рис. 8. Антенны для покрытия: а, в) межвагонных соединений; б) внутри подвижного состава

технологий. По требованию заказчика антенны могут поставляться с различным цветом защитного покрытия и необходимыми интерфейсными соединителями. Типовым применением для данных антенн является организация сетей доступа Wi-Fi 2,4 и 5 ГГц, WiMAX 2,6 и 3,5 ГГц [5].

Антенны для межвагонных соединений выполняются с применением пластмасс высокой прочности и соответствуют IP65. Данные антенны ориентированы на применение в форматах связи Wi-Fi 2,4 и WiMAX 5 ГГц. Использование беспроводных соединений между вагонами существенно повышает их надежность и упрощает процесс перформирования составов (табл. 6).

Таблица 4. Варианты исполнения антенн SENCITY Rail Excel

Тип	Обозначение	Диаграмма направленности	Диапазон частот, МГц	Коэффициент усиления, дБи	Поляризация
1324.17.0089	SPA-2400/40/15/10/V_3	направленная	2400–2650	14,5–11,5	вертикальная
1324.17.0070	SPA-2400/50/12/10/V	двухнаправленная	2400–2650	13,5–10,0	вертикальная
1336.17.0030	SPA-3600/50/13/15/V	двухнаправленная	3400–3800	13,5	вертикальная
1356.17.0010	SPA-5600/45/12/10/V	направленная	4900–5935	12,5	вертикальная
1356.17.0042	SPA-5600/45/12/10/V_1	двухнаправленная	4900–5725	12,0–13,0	вертикальная

Таблица 5. Характеристики антенн для покрытия внутри подвижного состава

Тип	Обозначение	Диаграмма направленности	Диапазон частот, МГц	Коэффициент усиления, дБи	Поляризация
1324.17.0071	SOA-2400/360/4/20/V_2	всенаправленная	2400–2500	4,0	вертикальная
1324.26.0049	SPA-2400/75/9/0/V_1	направленная	2300–2500	8,5	вертикальная
1356.17.0043	SOA-5600/360/3/20/V_1	всенаправленная	4900–5935	7,0	вертикальная
1356.26.0013	SPA-5600/60/10/0/V_1	направленная	5150–5875	9,5	вертикальная

Таблица 6. Характеристики антенн для реализации межвагонных соединений

Тип	Обозначение	Диаграмма направленности	Диапазон частот, МГц	Коэффициент усиления, дБи	Поляризация
1324.17.0077	SPA-2400/75/9/0/V_2	направленная	2400–2500	9,0	вертикальная
1356.17.0054	SPA-5600/55/8/0/V	направленная	5150–5875	8,5	вертикальная

Семейство антенн SENCITY Avant для городского транспорта

Антенны семейства SENCITY Avant (рис. 9) предназначены для применения в составе систем связи, устанавливаемых на составы поездов метрополитена, трамваи, автобусы и трол-



Рис. 9. Внешний вид антенны SENCITY Avant



Рис. 10. Схема применения антенн SENCITY Avant

средство [6]. Габаритные размеры изделия составляют 250×70×90 мм, масса — 0,51 кг. Диапазон рабочих температур: -40...+85 °С. Антенны SENCITY Avant можно использовать в составе многофункциональных систем связи на городском транспорте, объединяющих служебные функции и дополнительные сервисы для пассажиров. Например, такие системы применяют для определения местоположения различных видов городского транспорта, координации движения и управления светофорами, информирования пассажиров о следующей остановке и времени в пути, передачи служебной информации и т. д. (рис. 10).

Заключение

Антенны производства H+S находят широкое применение в Западной Европе, Северной Америке и России. Ассортимент изделий позволяет реализовывать разнообразные беспроводные решения на подвижном составе железных дорог, судах и различных видах городского транспорта. Традиционным для продукции H+S является высочайшее качество, надежность и наилучшее соответствие условиям применения. ■

Литература

1. Antennas and coaxial cables for Railway, light rail, metro and trolley-bus applications. V. 2.2, H+S AG (предоставляется по запросу).
2. Guideline and Instruction Manual Rail. V. 3.0, H+S AG (предоставляется по запросу).
3. www.hubersuhner.com
4. Railway Products / Каталог 2009. H+S AG.
5. Antennas and Coaxial Cables for Railway, Light Rail and Trolley-Buses. H+S AG.
6. RF Coaxial Connectors General Catalogue / Каталог 2007/2008. H+S AG.

лейбусы. Менее строгие требования в части защиты от поражения электрическим током на данных видах транспорта позволяют отказаться от массивного металлического основания, используемого в антеннах SENCITY Rail (Excel), и тем самым существенно уменьшить габариты и массу изделий. Электрические характеристики и функциональность антенн SENCITY Avant (табл. 7) аналогичны антеннам SENCITY Rail. Это всенаправленные широкополосные антенны с диапазоном рабочих частот от 806 до 5150 МГц с вертикальной поляризацией и возможностью реализации со встроенной

активной или пассивной GPS-антенной или без нее. Антенны SENCITY Avant отличаются высоким коэффициентом усиления. Характеристики встроенной навигационной антенны аналогичны используемой в составе SENCITY Rail. Семейство SENCITY Avant существенно экономичнее антенн для железнодорожного транспорта. Конструкция антенн предусматривает более простой способ установки. По желанию заказчика в качестве интерфейсных разъемов могут использоваться соединители серий быстрого соединения H+S QN и QMA, существенно упрощающие монтаж систем на транспортное

Таблица 7. Характеристики антенн SENCITY Avant

Тип	Обозначение	Замечания	Диапазон частот, МГц	Коэффициент усиления, дБи	Поляризация
1399.17.0099	SWA-0860/360/4/0/V_2		806–5150	6,0–9,5	вертикальная
1399.17.0100	SWA-0860/360/4/0/DF_2	с пассивной GPS	806–5150	6,0–9,5	вертикальная
1399.17.0101	SWA-0860/360/4/0/DFRX_2	с активной GPS	806–5150	6,0–9,5	вертикальная