

Извещение 10

Применение Узкополосных Радиомодемов УКВ диапазона в гонках электромобилей на солнечных батареях «Гран-при формулы Sun»

ООО «НЦПР» (Технический бюллетень)

Техническое извещение 10

В настоящем техническом извещении представлена краткая информация об использовании узкополосных радиомодемов УКВ диапазона для удаленного управления и мониторинга работы дорожных табло и знаков переменной информации, применяемых в составе современных интеллектуальных транспортных систем.

(Составлено по материалам канадской компании Dataradio, ныне Calamp www.calamp.com).

Соревнования «Гран-при формулы Sun» (www.americansolarchallenge.org) представляют собой ежегодную трехдневную кольцевую гонку одноместных и многоместных электромобилей на солнечных батареях, участие в которой принимают студенческие команды университетов США, Канады и ряда других государств. Они проводятся с 2000 года и являются квалификационными для участия в пробеге American Solar Challenge, проводимом раз в два года. Последний такой пробег был организован в 2018 году по маршруту г. Омаха (шт. Небраска) — г. Бент (шт. Орегон) общей протяженностью около 2500 км и занял девять дней. Скорость движения электромобилей на отдельных участках маршрута движения превышала 100 км/ч. Впервые в пробеге приняла участие российская студенческая команда Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (www.phnt.spbstu.ru). Планировавшийся на 2020 год пробег перенесен на 2021 год.



Участники гонки электромобилей на солнечных батареях «Гран-при формулы Sun»

(Фото с сайта www.do512family.com/formula-sun-grand-prix-solar-car-racing/)

Основная цель кольцевой гонки электромобилей на солнечных батареях «Гран-при формулы Sun» и пробега American Solar Challenge заключается в практической проверке новых идей и оригинальных технических решений, которые могут быть использованы при создании перспективных средств передвижения. Полученный в ходе этих соревнований опыт может быть также использован при организации управления и технического обеспечения передвижения колонн наземного транспорта на большие расстояния.

С 2001 года команда Университета штата Миннесота использует в ходе соревнований технологическую радиосеть на базе узкополосных радиомодемов УКВ диапазона, которая обеспечивает обмен данными между бортовыми компьютерами электромобилей на солнечных батареях и машиной сопровождения.





Двухместный электромобиль на солнечных батареях Eos, созданный студентами и преподавателями университета штата Миннесота, принимавший участие в гонках электромобилей на солнечных батареях «Гран-при формулы Sun» в 2016 году


(Фото с сайта www.umnsvp.org)

На протяжении всей гонки бортовые компьютеры контролируют и регистрируют параметры работы солнечных батарей и других агрегатов, а полученные телеметрические данные передаются в реальном масштабе времени в машину сопровождения, где они анализируются техническим экипажем. На основе этой информации технические специалисты производят необходимую подстройку режимов работы подсистем «солнечного автомобиля» и определяют оптимальные параметры движения. Поэтому постоянная и надёжная связь пилота со своим техническим экипажем является критической и серьезно влияет на конечный результат.

Первоначально для организации технологической радиосети обмена данными использовались радиомодемы Integra-TR, позже — радиомодемы Guardian-100, сравнительные технические характеристики которых представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные технические характеристики радиомодемов Integra-TR и Guardian-100.

Общие характеристики	Integra-TR	Guardian-100
		
Диапазон частот, МГц	136-174	136-174
Шаг сетки частот, кГц (настраивается программно)	25 или 12,5 (настраивается программно)	25 или 12,5 (настраивается программно)
Тип излучения	9K30F1D, 15K3F1D	9K55F1D, 9K35F1D, 11K6F1D, 14K6F1D, 16K4F1D
Потребляемый ток:		
- приём, мА	125	360 (10 В); 200 (20 В); 150 (30 В)
В режиме энергосбережения, мА	15 (13,8 В)	-
- передача 40 дБм (10 Вт), А	2,6 (5 Вт, 10 В)	4,6 (10 В); 2,04 (20 В); 1,37 (30 В)
- передача 30 дБм (1 Вт), А	-	1,2-3,6 (10 В); 0,6-1,8 (20 В); 0,4-1,2 (30 В)
Рабочее напряжение, В	10-16, постоянный ток	10-30, постоянный ток
Температура по спецификации, град. С	от -30 до 60	от -30 до 60
Рабочая температура, град. С	от -40 до 70	от -45 до 85
Температура хранения, град. С	от -40 до 70 без образования конденсата	от -45 до 85 без образования конденсата
Влажность, %	5-95, без образования конденсата	5-95, без образования конденсата
Габаритные размеры, см	12,1 (Ш) x 11,4 (Г) x 5,6 (В)	13,97 (Ш) x 10,80 (Г) x 5,40 (В)
Масса (в упаковке), кг	0,68	1,1
Рабочий режим	симплекс/полудуплекс	симплекс/полудуплекс/ дуплекс
Передатчик		

Общие характеристики	Integra-TR	Guardian-100
		
Выходная мощность при напряжении 13,6 В, Вт	1-5	1-10
Время атаки, мс	<7	<1
Время переключения между каналами, мс	<30	<15
Импеданс, Ом	50	50
Цикл работы на передачу, %	50	100
Стабильность частоты, ppm	1,5	1,0
Интерфейсы	2 x RS-232 (DE-9F)	2 x RS-232 (DE-9F)
Антенна	SMA (мама)	TNC (мама) – приём/передача, SMA (мама) – приём (для дуплексной модели)
Приемник		
Чувствительность (вероятность ошибки 1×10^{-6}):		
- 25 кГц, дБм	-110 (19,2 кбит/с)	-100 (19,2 кбит/с), -107 (9,6 кбит/с), -110 (4,8 кбит/с)
Подавление помех по соседнему каналу, дБ	70	60/12,5 кГц; 70/25 кГц
Интермодуляция, дБ	>75	>75
Избирательность, дБ	>75	>70/25 кГц; >60/12,5 кГц
Модем		
Скорость, кбит/с	4,8; 9,6; 19,2	4,8; 9,6; 19,2
Вид модуляции	DRCMSK	2FSK
Адресация	-	-

Решение об использовании технологической радиосети обмена данными в интересах обеспечения слаженной совместной работы пилотов электромобилей и технической команды было принято после практической проверки других средств связи, включая сети сотовой связи общего пользования.

Радиомодемы оказались единственным средством, обеспечившим надёжный и устойчивый автоматизированный обмен данными в движении на всем протяжении использовавшихся в ходе соревнований маршрутов.

В настоящее время команда Университета штата Миннесота является единственным пятикратным призером соревнований, а применяемые ею радиомодемы используются ещё двумя командами, Университета штата Северная Дакота (www.und.edu) и Университета Куинс в Кингстоне (шт. Онтарио) (www.queensu.ca).

Сноски