

## КОЛОНКА РЕДАКТОРА

## Весна! Выставки!



MIPS (Москва), IFSEC (Бирмингем), "Комплексная Безопасность" (Москва), Interschutz (Лейпциг). Подведение итогов за год прошедший, планы на год грядущий. Общий настрой специалистов в области безопасности можно оценить как оптимистичный.

Большинство секторов стабилизировались, отдельные, в особенности сектор беспроводных технологий, резко пошли в гору, преобладающе кустая соседней. Прибавим следующие "центры роста": новые технологии (горячо всеми любимые All-over-IP, LonWorks), неувядающий госзаказ (Сочи, остров Русский, нефтепровод на Восток), вынужденное усиление мер безопасности (банки, частный сектор), и год 2010-й для рынка безопасности должен звучать лишь в мажорных тонах.

Несколько ремарок по результатам участия в перечисленных событиях:

● Радио: сложилась уникальная ситуация – Россия значительно опережает западные страны по опыту внедрения беспроводных технологий в области пожарной безопасности. Для примера: у нас крупных зданий ( $S > 10\,000\text{ м}^2$ ), оборудованных беспроводными пожарными системами, тысячи, у коллег за рубежом – сотни.

● Радио: внедрение адресного мониторинга в области пожарной безопасности особенно актуально на объектах социального значения. Автоматическая (без участия персонала на объекте или мониторинговом центре) передача сигнала о пожаре в пожарную часть сокращает время реагирования в 8–10 раз. Основным каналом для передачи сигналов от объекта до подразделений МЧС выбран радиоканал (для удаленных объектов – телефон, GSM и т.д.).

● Радио: живучесть пожарных систем – опыт применения беспроводных пожарных систем (более 5 лет в России) показывает, что они не менее надежны по сравнению с проводными. Отдельно отмечу появление не только беспроводных систем сигнализации и оповещения, но и беспроводных систем пожаротушения.

● Радио: персональное оповещение – как вовремя разбудить бабушек во время пожара? Стало очевидно, что отдельные категории граждан необходимо обеспечить персональными беспроводными устройствами оповещения.

Событий в области беспроводных технологий было много и, не сомневаюсь, будет не меньше. Впереди же лето!

**М.С. Левчук**

Редактор рубрики "Беспроводные системы"

# Сравнение дальности действия радиоканальных систем В диапазонах 433 и 868 МГц, 2,4 ГГц

Целью статьи является сравнение результатов измерений дальности действия различных радиосистем в конкретном здании с бетонными стенами и проверка соответствия полученных дальностей с заранее рассчитанными теоретическими величинами



**М.С. Елькин**

Специалист отдела технической поддержки компании "Аргус-Спектр"

В настоящее время на рынке систем безопасности наиболее распространены внутриобъектовые радиоканальные системы сигнализации, работающие в следующих диапазонах частот: 433 и 868 МГц, 2,4 ГГц. Это нелегализуемые диапазоны с разрешенной максимальной мощностью передатчика 10 мВт (для 433 и 868 МГц), а также 100 мВт (для 2,4 ГГц). Однако при использовании диапазона 2,4 ГГц необходимо зарегистрировать установленное на объекте оборудование в территориальных органах Роскомнадзора (см. статью "Особенности применения радиоканальных устройств в диапазоне 2,4 ГГц", опубликованную в журнале "Системы безопасности", № 6, 2009).

Диапазон 433 МГц в России уже более 10 лет широко применяется для систем сигнализации. Несколько лет назад у нас и в Европе "открыли" новый диапазон – 868 МГц.

Необходимо отметить, что в России невозможно применение радиосистем для этого диапазона, произведенных в Европе, так как ни один из европейских поддиапазонов не отвечает российским требованиям.

Диапазон 2,4 ГГц используется в основном для скоростной передачи данных в сетях WiFi, WiMAX и т.д. Производство радиоканальных систем охранно-пожарной сигнализации в этом диапазоне стало возможным с появлением маломощных передатчиков, работающих в протоколе ZigBee.

## Расчет дальности радиосвязи в здании

Проведем оценку дальности радиосвязи между извещателем и приемно-контрольным прибором (ПКП) в здании. Напомним, что каждая пара радиоприборов характеризуется энергетическим запасом (потенциалом), который необходим для компенсации ослаблений радиосигнала. Для устойчивой работы на этом радиointервале должен быть предусмотрен энергетический запас в 20–25 дБ. Дальность радиосвязи определяется четырьмя параметрами:

- мощность передатчика;
- чувствительность приемника;
- ослабление сигнала в свободном пространстве;
- ослабление сигнала при прохождении через стены помещений.

Определим начальные условия.

**Таблица 1. Ослабление радиосигнала при прохождении через стену под углом 90°**

Материал стены	Ослабление радиосигнала, дБ
Дерево и пенобетон	3–4
Кирпич	6
Бетон	10
Железобетон	18–20 (при объемном армировании – до 30 дБ)

**Таблица 2. Предельная толщина стены, через которую может пройти радиосигнал**

Материал стены	Частотный диапазон	Предельная толщина, м
Кирпич	433 МГц	4,3
	868 МГц	2,18
	2,4 ГГц	0,78
Бетон	433 МГц	0,47
	868 МГц	0,24
	2,4 ГГц	0,09

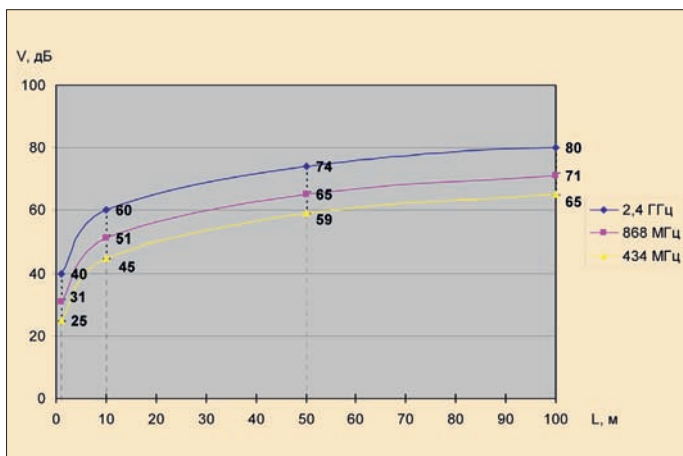


Рис. 1. Зависимость ослабления сигнала в свободном пространстве от расстояния

### Мощность передатчика

Максимальная разрешенная мощность передатчиков в диапазонах 433 и 868 МГц равняется 10 мВт. В диапазоне 2,4 ГГц разрешенная мощность составляет 100 мВт. Но, для того чтобы обеспечить несколько лет работы устройств от батарей, необходимо снизить мощность излучения до тех же 10 мВт. Таким образом, мощ-

ность передатчиков одинакова для всех радиосистем – 10 мВт. Чувствительность приемника

Будем рассматривать радиосистемы с двухсторонним протоколом обмена, то есть в каждом устройстве используется приемопередатчик. Для радиосистем, работающих на частотах 433 и 868 МГц, используются трансиверы, максимальная чувствительность которых равна 107 дБм. Для трансиверов диапазона

### Ослабление сигнала в свободном пространстве

2,4 ГГц чувствительность не превышает 100 дБм. С учетом мощности излучения передатчиков получаем энергетический запас 117 дБ для диапазонов 433/868 МГц и 110 дБ для 2,4 ГГц.

Оно определяется рабочей частотой системы. График зависимости ослабления сигнала в свободном пространстве от расстояния представлен на рис. 1.

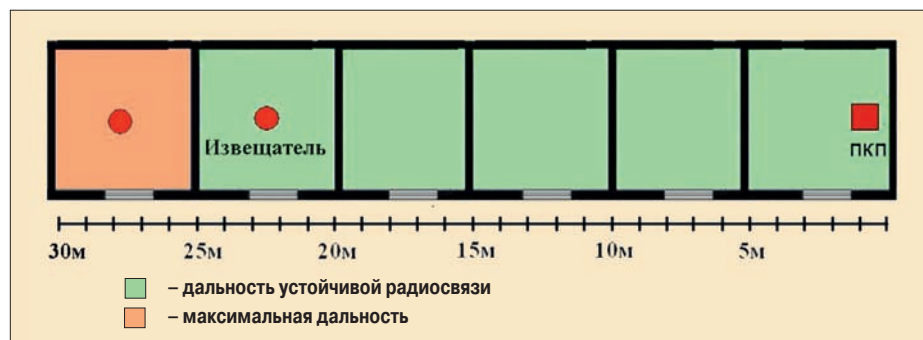


Рис. 2. Дальность радиосвязи на частоте 433 МГц: 4 стены, 25 м

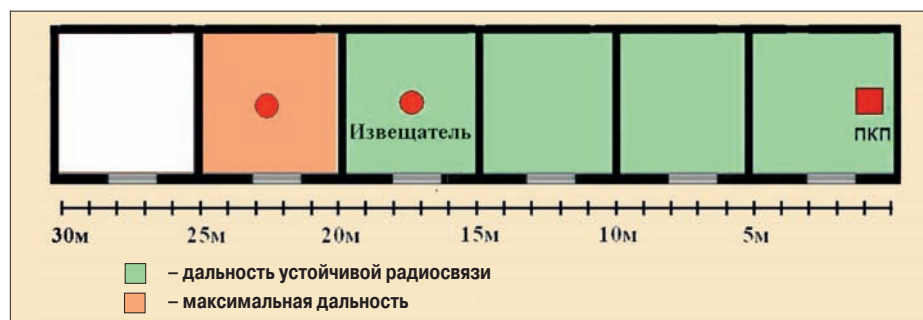


Рис. 3. Дальность радиосвязи на частоте 868 МГц: 3 стены, 20 м

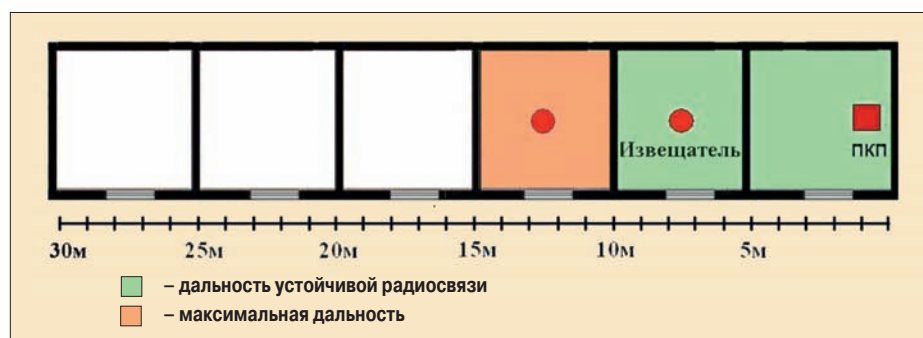


Рис. 4. Дальность радиосвязи на частоте 2,4 ГГц: 2 стены, 15 м

**Дальность радиосвязи определяется четырьмя параметрами:**

- мощность передатчика;
- чувствительность приемника;
- ослабление сигнала в свободном пространстве;
- ослабление сигнала при прохождении через стены помещений

### Ослабление сигнала при прохождении через стены помещений

Значения ослабления сигнала при прохождении через стены помещений представлены в табл. 1. Если толщина стены превышает некоторую предельную величину, то радиосигнал не будет проходить через нее. Предельная толщина стены для разных диапазонов частот представлена в табл. 2. В качестве примера возьмем здание с бетонными стенами. Будем считать, что толщина стен не превышает предельную величину и дополнительных препятствий не существует. Проведем расчет дальности устойчивой радиосвязи между приемно-контрольным прибором и извещателем. Рассмотрим три случая.

#### Расстояние 15 м, 2 стены

Диапазон 433 МГц. Ослабление сигнала в свободном пространстве:  $V_0 = 49$  дБ. Ослабление сигнала за счет препятствий:  $V_{пр} = 2 \times 10$  дБ = 20 дБ. Суммарное ослабление сигнала:  $V_{\Sigma} = 49 + 20 = 69$  дБ. Энергетический запас на замирание равен:  $117 - 69 = 48$  дБ.

Диапазон 868 МГц. Ослабление сигнала в свободном пространстве:  $V_0 = 55$  дБ. Ослабление сигнала за счет препятствий:  $V_{пр} = 2 \times 10$  дБ = 20 дБ. Суммарное ослабление сигнала:  $V_{\Sigma} = 55 + 20 = 75$  дБ. Энергетический запас на замирание равен:  $117 - 75 = 42$  дБ.

Диапазон 2,4 ГГц. Ослабление сигнала в свободном пространстве:  $V_0 = 64$  дБ. Ослабление сигнала за счет препятствий:  $V_{пр} = 2 \times 10$  дБ = 20 дБ. Суммарное ослабление сигнала:  $V_{\Sigma} = 64 + 20 = 84$  дБ. Энергетический запас на замирание равен:  $110 - 84 = 26$  дБ.

Энергетический запас для всех диапазонов больше 20 дБ, что достаточно для стабильной радиосвязи.

#### Расстояние 20 м, 3 стены

Для диапазона 433 МГц энергетический запас равен 36 дБ, для диапазона 868 МГц – 30 дБ, для диапазона 2,4 ГГц – 14 дБ. Энергетический запас больше 20 дБ только для диапазонов 433 и 868 МГц.

#### Расстояние 25 м, 4 стены

У диапазона 433 МГц энергетический запас равен 24 дБ, у диапазона 868 МГц – 18 дБ, у диапазона 2,4 ГГц отсутствует связь. Энергетический запас больше 20 дБ только для диапазона 433 МГц (устойчивая радиосвязь). Для диапазона 868 МГц – неустойчивая радиосвязь. Таким образом, мы определили, что расчетные значения максимальной дальности устойчивой радиосвязи для разных диапазонов отличаются и составляют:

- диапазон 2,4 ГГц: дальность 15 м, 2 стены;
- диапазон 868 МГц: дальность 20 м, 3 стены;
- диапазон 433 МГц: дальность 25 м, 4 стены.

Теперь давайте сравним полученные величины с результатами практических измерений в здании.

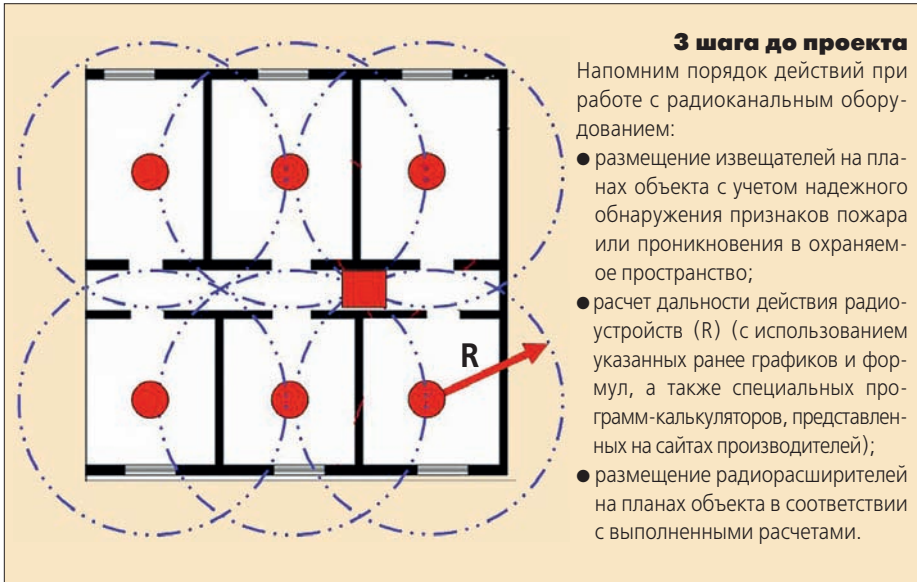


Рис. 5. Размещение на плане объекта приемно-контрольных приборов и радиорасширителей в соответствии с выполненными расчетами по дальности действия радиоприемных устройств

### Результаты практических измерений

Специалистами были произведены замеры дальности устойчивой радиосвязи и максимальной дальности между приемно-кон-

трольным прибором и извещателем для каждого из рассматриваемых диапазонов. Результаты показаны на рис. 2–4.

Дальность устойчивой радиосвязи – расстояние, при котором энергетический запас на

быстрые и медленные замирания между приемно-контрольным прибором и извещателем не меньше 20 дБ (на рисунках отмечено зеленой заливкой).

Максимальная дальность – расстояние, при котором за период контроля приемно-контрольный прибор принимает хотя бы один тестовый сигнал от извещателя (отмечено коричневой заливкой).

### Итоги сравнения

1. Теоретическая оценка радиосвязи (представленная в статье "Радиоканальные системы сигнализации. Проектирование и расчет дальности действия" в журнале "Системы безопасности", №2, 2010) подтверждается реальными измерениями. Для частоты 2,4 ГГц измеренная дальность получилась меньше расчетной. Это объясняется тем, что толщина бетонных стен в здании равна 10 см, что является предельной толщиной проникновения для указанного диапазона.

2. Наибольшая дальность радиосвязи в здании – у диапазона 433 МГц. Частота 2,4 ГГц подходит лишь для небольших объектов.

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на [ss@groteck.ru](mailto:ss@groteck.ru)

# www.secuteck.ru/imag



Все наши издания по безопасности на вашем компьютере

- ПРОСМОТР ● ПОИСК ● ПЕЧАТЬ ● НАВИГАЦИЯ ● ИНТЕРНЕТ-ССЫЛКИ