

ОЦЕНКА ДИСТАНЦИЙ ПРОНИКНОВЕНИЯ НАРУШИТЕЛЯ ДЛЯ ОХРАННЫХ ПИК ДАТЧИКОВ

В. Багров
магистр,
А. Богданов
к.т.н., доцент

В статье «Особенности характеристик обнаружения ПИК и совмещенных ПИК+РВ датчиков для помещений» («Алгоритм безопасности» №4, 2012) была затронута проблема увеличения дальности обнаружения нарушителя при движении, отличном от условно поперечного. Естественно, возникает вопрос, а можно ли оценить дистанции проникновения до установки датчика? Ответ: можно. В этой статье мы хотим продемонстрировать метод оценки дистанций проникновения, основанный на геометрических приближениях.

Оценка разбивается на два главных этапа:

1. Построение теоретической модели диаграммы направленности (ДН) датчика на основе информации, предоставляемой производителем в технической документации.
2. Непосредственно оценка дистанций проникновения на основе полученной теоретической модели.

Рассмотрим данный метод на примере ПИК датчика с простой ДН

1) Построение теоретической модели ДН датчика

Параметры ДН, устанавливаемые производителем:

- дальность зоны обнаружения: $\alpha = 11$ м;
- ширина ДН: 13,5 м;
- угол обзора ДН: 90° ;
- число лучей ДН: 9;
- число зон обнаружения: 2;
- число лучей в ближней зоне: 5;
- граница ближней зоны обнаружения: 4,5-6,5 м;
- угол расхождения в вертикальной плоскости луча ДН дальней зоны: 10° ;
- высота подвеса: 2 м.

Для равномерности ДН положим, что углы расхождения сегментов лучей, углы между сегментами, а также углы между лучами равны. Тогда общее число элементов ДН составит $n = 35$, а угол расхождения должен составлять

$$\Delta\alpha = 90^\circ/n = 90/35 \approx 2,6^\circ$$

Дальняя зона:

Учитывая, что дальность зоны обнаружения значительно больше геометрических размеров обнаружителя, пренебрегаем его размерами, и тогда ширина сегмента луча на границе зоны обнаружения составляет:

$$\Delta\alpha_D = 2a \cdot \operatorname{tg}(\Delta\alpha/2) = 2 \cdot 10\text{ м} \cdot \operatorname{tg} 1,3^\circ \approx 0,45\text{ м}$$

Высота сегмента луча на границе ДН при условии, что угол расхождения в верти-

кальной плоскости составляет $\Delta\beta = 10^\circ$:

$$\Delta h \approx a \cdot \sin \Delta\beta = 11\text{ м} \cdot \sin(10^\circ) \approx 1,9\text{ м}$$

Наклон сегмента луча относительно вертикали извещателя (по направлению часовой стрелки):

$$\Delta\gamma_D = 90^\circ + \arctg((h - \Delta h)/a) = 90^\circ + \arctg(0,1\text{ м}/11\text{ м}) \approx 90,5^\circ$$

Ближняя зона:

Т.к. граница ближней зоны находится на расстоянии $a_\delta = 6,5$ м от вертикали обнаружителя, то ширина сегмента луча на границе ближней зоны:

$$\Delta a_\delta \approx 2 a_\delta \cdot \tg(\Delta\alpha/2) = 2 \cdot 6,5 \cdot \tg 1,3^\circ \approx 0,3\text{ м}$$

Наклон сегмента луча относительно вертикали обнаружителя (по направлению часовой стрелки):

$$\Delta\gamma_\delta = 90^\circ + \arctg(h/a_\delta) = 90^\circ + \arctg(2\text{ м}/6,5\text{ м}) \approx 107^\circ$$

Выбирая ближнюю границу ближней зоны, равной 4,5 м от вертикали извещателя, найдем угол расхождения в вертикальной плоскости:

$$\Delta\beta_\delta = 180^\circ - \Delta\gamma_\delta - \arctg(4,5\text{ м}/h) = 180^\circ - 107^\circ - 66^\circ = 7^\circ$$

Тогда ДН обнаружителя будет иметь вид, представленный на рисунке 1.

2) Оценка дистанций проникновения

Согласно ГОСТ Р 50777-95 «Системы тревожной сигнализации. Часть 2. Требования к системам охранной сигнализации. Раздел 6. Пассивные оптико-электронные инфракрасные извещатели для закрытых помещений» модель нарушителя: человек ростом 165-180 см, весом 50-70 кг, одетый в ватные штаны, куртку стандартного образца и меховую шапку. Значит, можно считать излучающей поверхностью квадрат со стороной 0,2 м на высоте 1,72 м.

Условно поперечное направление:

Будем считать, что нарушитель пересекает ДН поперечно ($\varphi = 0^\circ$) на расстоянии $s = 5,5$ м от вертикали обнаружителя.

Тогда дистанция проникновения составляет:

$$\Delta S_{np} = s/\cos 45^\circ \cdot \sin(\Delta\alpha) \cdot (1/\sin 47,6^\circ + 1/\sin 50,2^\circ) + 0,2\text{ м} = 7,8\text{ м} \cdot \sin 2,6^\circ \cdot (1/\sin 47,6^\circ + 1/\sin 50,2^\circ) + 0,2\text{ м} \approx 1,13\text{ м}$$

Промежуточное направление:

Будем считать, что нарушитель пересекает ДН под углом $\varphi = 45^\circ$, находясь у границы дальней зоны. Тогда дистанция проникновения составляет:

$$\Delta S_{np} = 2 \cdot a \cdot \sin(3 \cdot \Delta\alpha/2)/\cos \varphi = 2 \cdot 11\text{ м} \cdot \sin 3,9^\circ/\cos 45^\circ \approx 2,2\text{ м}$$

Условно радиальное направление:

Будем считать, что нарушитель пересекает ДН под углом $\varphi = 90^\circ$, т.е. по направлению на извещатель, находясь у грани-

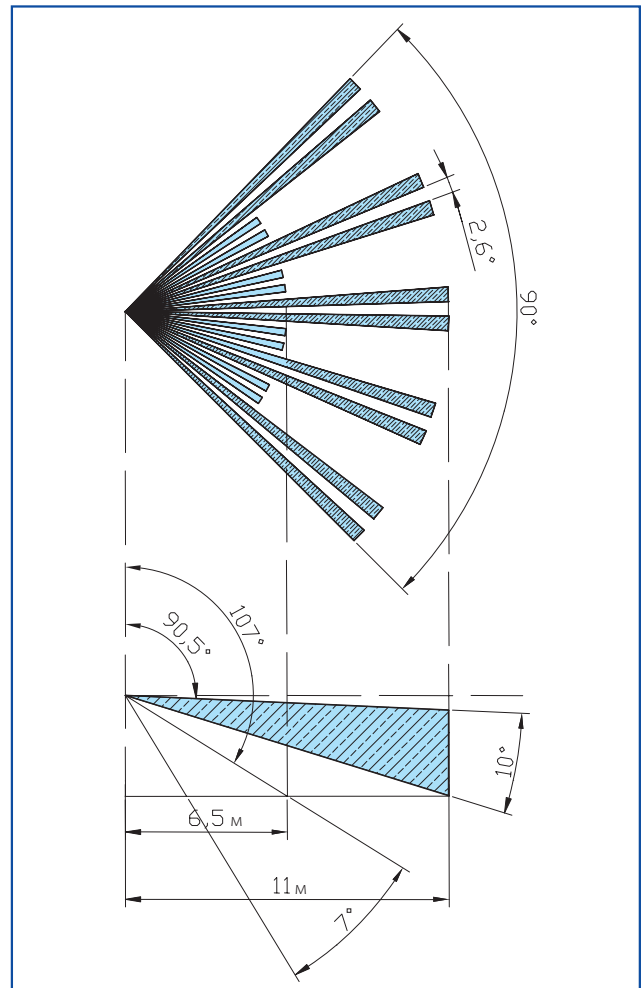


Рис. 1. Теоретическая ДН извещателя Visonic CLIP-1

цы дальней зоны. Тогда дистанция проникновения составляет:

$$\Delta S_p \approx h_H / (\tg(\arctg(h/a_\delta))) + (a - a_\delta) = 1,72 / (2\text{ м}/6,5\text{ м}) + 4,5\text{ м} \approx 10\text{ м}$$

Однако следует учесть, что при проведении эксперимента оказалось невозможно исключить ИК-излучение полностью, поэтому необходимо принять $h_H = 1$ м. И тогда $\Delta S_p = 7,75$ м.

Данные результаты были проверены экспериментально. Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Аналогичные расчеты и эксперименты были проведены для ПИК датчика с более развитой ДН (число зон – 4, число лучей ДН – 35). Результаты представлены в таблице 2.

Из таблиц видно, что данный метод позволяет достаточно хорошо представить дистанции проникновения, которые будут наблюдаться на практике. Очевидно, что данный метод применим только для пассивных инфракрасных датчиков. Для совмещенных ПИК+РВ датчиков такая оценка дистанций проникновения невозможна в принципе ввиду того, что производителями не раскрываются алгоритмы принятия решения о выдаче тревожного извещения.

Табл. 1

Направление	$\Delta S_{теор}$, М	$\Delta S_{эксп}$, М	$(\Delta S_{теор} - \Delta S_{эксп})/a, \%$
Условно поперечное	1,13	1,04	0,7
Промежуточное	2,2	2,54	3,1
Условно радиальное	7,75	7,83	0,7

Табл. 2

Направление	$\Delta S_{теор}$, М	$\Delta S_{эксп}$, М	$(\Delta S_{теор} - \Delta S_{эксп})/a, \%$
Условно поперечное	1,32	1,43	0,9
Промежуточное	1,9	1,96	0,5
Условно радиальное	5,8	5,6	1,7