

ФОРМИРОВАНИЕ ДИАГРАММ НАПРАВЛЕННОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ПРИЕМНИКОВ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ

И. В. Билиженко¹, В. В. Волхонский¹, П. А. Воробьев², С. Л. Малышкин²

¹Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: volkhonski@mail.ru

²Агентство патентных поверенных „АРС-Патент“, 197101, Санкт-Петербург, Россия

Рассматривается задача повышения вероятности обнаружения нарушителя пассивными оптико-электронными инфракрасными извещателями. Предложен способ, основанный на формировании нескольких диаграмм направленности, оптимизированных под различные параметры модели нарушителя, с использованием многоэлементных приемников ИК-излучения и многоканальной обработки сигналов.

Ключевые слова: оптико-электронный извещатель, многоканальный пассивный инфракрасный извещатель, диаграмма направленности

Важной характеристикой пассивных оптико-электронных инфракрасных извещателей (ПОЭИИ) является вероятность обнаружения нарушителя. Нарушителем могут быть применены различные методы и средства противодействия обнаружению, прежде всего, такие как выбор направления и скорости движения и теплоизолирующая одежда для маскировки в ИК-диапазоне. В подобных случаях вероятность обнаружения существенно падает [1].

В приемниках ИК-излучения традиционных ПОЭИИ используются либо пары связанных чувствительных элементов (ЧЭ) с одним выходом, либо две пары связанных ЧЭ с двумя выходами. Связанные ЧЭ, однако, приводят к формированию фиксированной диаграммы направленности (ДН), при этом возможности по совершенствованию алгоритма обработки сигнала крайне ограничены. Это связано с низкой информативностью сигнала и наличием принципиально неразрешимого противоречия при формировании ДН для обнаружения нарушителей,двигающихся в разных направлениях, т.е. при разных параметрах моделей нарушителей. Известные способы позволяют получить лишь некоторые вспомогательные функции [2—4], например определение направление движения, но не решают задачи повышения вероятности обнаружения. Другой путь — использование нескольких приемников ИК-излучения и нескольких оптических систем — приводит к усложнению и удорожанию устройств.

Количество ЧЭ приемника, а также количество сегментов оптической системы определяют число элементарных чувствительных зон (ЭЧЗ) в диаграмме направленности. Будем называть совокупность ЭЧЗ, формируемых приемником и одним сегментом оптической системы, парциальной диаграммой направленности (ПДН). При этом совокупность нескольких ЭЧЗ с общим алгоритмом обработки назовем чувствительной зоной ПДН.

Принципы, которые могут быть положены в основу решения поставленной задачи, — это адаптация ДН к нескольким приоритетным моделям нарушителя и оптимизация соответ-

ствующих алгоритмов обработки. Для достижения этого необходимы ПДН, обеспечивающие минимум различий в форме и параметрах сигнала при разных параметрах движения нарушителя.

Предлагается следующий способ решения задачи. Требование снижения уровня априорной неопределенности параметров сигнала при разных направлениях движения нарушителя приводит к необходимости увеличения информативности входного сигнала, что может быть обеспечено использованием многоэлементного приемника ИК-излучения [5]. При этом реально можно говорить об использовании четырех и более элементов приемника с независимыми выходами от каждого ЧЭ. Последнее позволяет не только повысить информативность формируемых сигналов, но и соответственно использовать более эффективные многоканальные алгоритмы обработки. В свою очередь, многоканальность обработки и многоэлементный приемник ИК-излучения позволят при использовании одного приемника и одной оптической системы формировать одновременно несколько различных ПДН, адаптированных к моделям нарушителя, и тем самым решить задачу повышения вероятности обнаружения для разных моделей.

Решение для 4-элементного приемника, предложенное в работе [6], предусматривает использование двух ортогональных ПДН, оптимизированных относительно двух направлений движения нарушителя — радиального и тангенциального (рис. 1, а, б). При этом проблема более низкой вероятности обнаружения под извещателем может быть решена использованием 9-элементного приемника и формированием ПДН, показанной на рис. 1, в.

Соответствующие комбинации элементарных чувствительных зон, оптимизированные для обнаружения нарушителя, движущегося в радиальном, тангенциальном и двух диагональных направлениях, приведены на рис. 2. Первая комбинация соответствует ПДН, показанной на рис. 1, в. Каждая ПДН с такой структурой формируется отдельным каналом обработки, решающим также и задачу компенсации температурного фона. И в том, и в другом случае (4-элементного и 9-элементного приемников) задачи компенсации температурного фона и повышения эффективности обработки требуют разбивки ЭЧЗ соответственно на пары или тройки. Необходимостью компенсации температурного фона и получения близкой к равномерной вероятности обнаружения при разных направлениях движения нарушителя обуславливается требование равного количества ЭЧЗ в каждой чувствительной зоне ПДН.

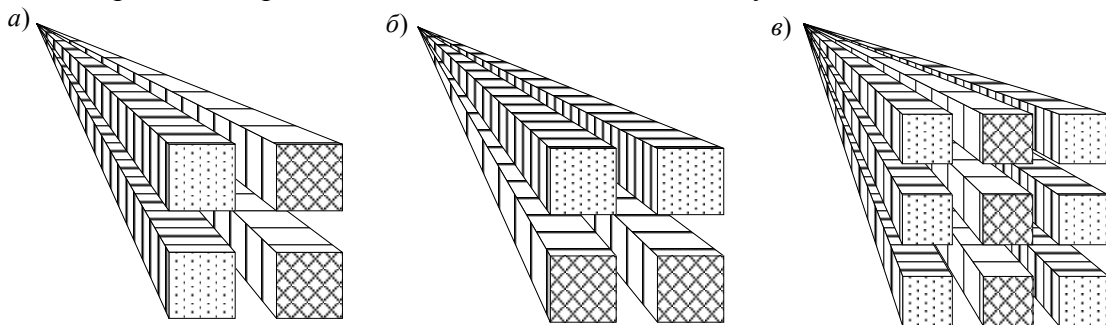


Рис. 1

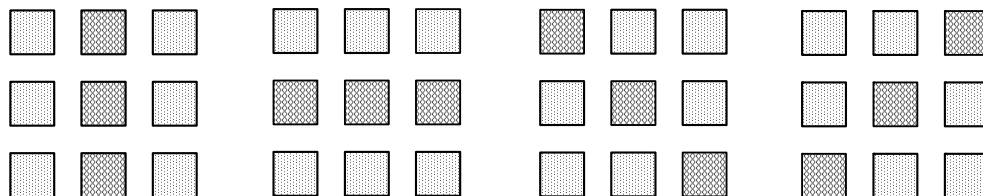


Рис. 2

При дальнейшем развитии рассмотренного способа могут быть использованы матричные приемники ИК-излучения с большим количеством элементов. Это позволит формировать и другие конфигурации как ПДН, так и ДН, что, в свою очередь, может быть использовано не

только для адаптации к моделям нарушителя, но и для решения других задач, например для адаптации формы ДН к размерам и конфигурации помещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волхонский В. В., Воробьев П. А. Методика оценки вероятности обнаружения несанкционированного проникновения оптико-электронным извещателем // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 1(77). С. 120—123.
2. Zappi P., Farella E., Benini L. Pyroelectric infrared sensors based distance estimation // Proc. IEEE Sens. 2008. Oct. P. 716—719.
3. Zappi P., Farella E., Benini L. Tracking motion direction and distance with pyroelectric IR sensors // IEEE Sens. J. 2010. N 10. P. 1486—1494.
4. Fang J.-S., Hao Q., Brady D. J., Shankar M., Guenther B. D., Pitsianis N. P., Hsu K. Y. Path-dependent human identification using a pyroelectric infrared sensor and Fresnel lens arrays // Opt. Exp. 2006. Vol. 14, N 2. P. 609—624.
5. Волхонский В. В. Возможности качественного улучшения параметров пассивных инфракрасных извещателей // Охрана, безопасность, связь: Сб. материалов науч.-практ. конф. Воронеж, Воронеж. ин-т МВД России, 2015. Ч. 1. С. 56—58.
6. Пат. 159 824 РФ U1. Охранный пассивный инфракрасный извещатель / В. В. Волхонский, П. А. Воробьев, С. Л. Малышкин, В. И. Перчуков, Т. М. Рахматуллина. Оpubл. 20.02.2016. Бюл. № 5.

Сведения об авторах

- Игорь Владимирович Билиженко** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра световых технологий и оптоэлектроники; E-mail: jsiso19@gmail.com
- Владимир Владимирович Волхонский** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра световых технологий и оптоэлектроники; E-mail: volkhonski@mail.ru
- Павел Андреевич Воробьев** — Агентство патентных поверенных „АРС-Патент“, отдел изобретений; патентный эксперт; E-mail: worobev@ars-patent.com
- Сергей Леонидович Малышкин** — Агентство патентных поверенных „АРС-Патент“, отдел изобретений; патентный эксперт; E-mail: malyshkin@ars-patent.com

Рекомендована кафедрой
световых технологий и оптоэлектроники
НИУ ИТМО

Поступила в редакцию
20.10.16 г.

Ссылка для цитирования: Билиженко И. В., Волхонский В. В., Воробьев П. А., Малышкин С. Л. Формирования диаграмм направленности оптико-электронных извещателей на основе многоэлементных приемников ИК-излучения // Изв. вузов. Приборостроение. 2017. Т. 60, № 1. С. 96—99.

FORMATION OF DIRECTIONAL DIAGRAMS OF PASSIVE INFRARED DETECTORS BASED ON MULTI-ELEMENT RECEIVERS OF IR RADIATION

I. V. Bilizhenko¹, V. V. Volkhonskiy¹, P. A. Vorobyov², S. L. Malyshkin²

¹ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia
E-mail: volkhonski@mail.ru

²ARS-Patent Intellectual Property Law Firm, 197101, St. Petersburg, Russia

The problem of improving detection probability for PIR detectors is reviewed. A method based on creation of several directional diagrams optimized for various intruder models is described. Multi-element pyroelectric sensors and corresponding multi-channel signal processing are proposed.

Keywords: passive infrared detector; multi-channel PIR detector, directional diagram

Data on authors

- Igor V. Bilizhenko** — Post-Graduate Student; ITMO University, Department of Light Technologies and Optoelectronics; E-mail: jsiso19@gmail.com
- Vladimir V. Volkhonskiy** — Dr. Sci., Professor; ITMO University, Department of Light Technologies and Optoelectronics; E-mail: volkhonski@mail.ru
- Pavel A. Vorobyov** — ARS-Patent Intellectual Property Law Firm, Department of Inventions; Patent Expert; E-mail: worobev@ars-patent.com
- Sergey L. Malyshkin** — ARS-Patent Intellectual Property Law Firm, Department of Inventions; Patent Expert; E-mail: malyshkin@ars-patent.com

For citation: *Bilizhenko I. V., Volkhonskiy V. V., Vorobyov P. A., Malyshkin S. L.* Formation of directional diagrams of passive infrared detectors based on multi-element receivers of IR radiation // *Izv. vuzov. Priborostroenie*. 2017. Vol. 60, N 1. P. 96—99 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2017-60-1-96-99