

К. т. н. А. В. САДЧЕНКО, О. А. КУШНИРЕНКО, к. т. н. А. В. ТРОЯНСКИЙ

Украина, Одесский национальный политехнический университет

E-mail: koa@onu.ua

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ СИГНАЛА НА ВХОДЕ ОПТИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗВЕДКИ

Разработана упрощенная методика, позволяющая определить уровень сигнала на входе чувствительного элемента фотоприемника в идеализированных условиях с учетом требования по реализации минимальной детектируемой мощности оптического сигнала в акустооптическом канале утечки информации при условии отсутствия фоновой засветки фотоприемника.

Ключевые слова: акустооптический канал утечки информации, уровень сигнала, методика расчета, минимальная детектируемая мощность.

Типичная ситуация, связанная с каналами утечки информации выглядит следующим образом: Боб с Алисой обмениваются информацией по открытому каналу связи, а Ева пытается получить доступ к этой информации [1]. Внесем сюда небольшие уточнения: канал коммуникации между Бобом и Алисой — дуплексный акустический (или речевой), а с Евой — однонаправленный оптический. Но сможет ли Ева получить и обработать требуемую информацию? На каком расстоянии?

Перехват речевой информации из помещений [2—7] может осуществляться с помощью технических средств разведки (ТСР). В этом случае применяется дистанционное локационное зондирование объектов, являющихся потенциальными источниками конфиденциальной речевой информации. Такими объектами могут быть оконные стекла и другие виброотражающие поверхности. Чаще всего для технической разведки используются инфракрасный (ИК), невидимый для человеческого глаза диапазон оптического излучения.

Качество канала связи (утечки информации) в большинстве публикаций [8, 9] предлагается оценивать по уровню разборчивости речи (например, не ниже 90%). Такая оценка носит субъективный характер и слабо привязана к техническим характеристикам устройства технической разведки и параметрам канала связи. На практике желательно использовать критерий наличия минимально допустимой мощности на входе приемного устройства информационного сигнала, обеспечивающей выделение сигнала на фоне шума.

В настоящей работе предложена упрощенная методика расчета уровня сигнала на входе приемника технических средств разведки, достаточного для успешного перехвата информации.

Контролируемое помещение представляет собой замкнутый объем, ограниченный стенами и стеклянной поверхностью, средства разведки могут устанавливаться в близлежащих зданиях или машинах, расположенных за его пределами.

Формирование акустооптического технического канала утечки информации происходит при попадании и последующем отражении ИК-излучения на вибрирующее оконное стекло контролируемого помещения. В зависимости от угла падения ИК-луча [10, 11] на вибрирующую поверхность возможны два варианта реализации схемы перехвата информации — с совмещенным и разнесенным приемом (рис. 1). Если угол падения близок к нормали, ТСР может быть выполнено по схеме трансивера — приемник и передатчик в одном корпусе (рис. 1, а). В противном случае источник подсветки и приемник оптического излучения должны быть установлены в разных местах или помещениях, т. е. необходимо использовать разнесенную схему, когда ТСР представляет собой два отдельных устройства (рис. 1, б).

Очевидно, что методика расчета уровня сигнала на входе оптического приемника ТСР не зависит от типа схемы. Расстояние, преодолеваемое лучом от передающей до приемной части, определяется суммированием длины двух участков его траектории, сформированных прямым (не содержащим полезной информации) и отраженным (модулированным) оптическим сигналом.

Структурная схема ИК-канала ТСР представлена на рис. 2. Акустические волны, исходящие от источника акустических сигналов и распространяющиеся в воздушной среде, воздействуют на оконное стекло и вызывают его колебания. На это стекло наводится излучение, генерируемое оптическим передатчиком, и та его часть, которая отражается от стекла, модули-

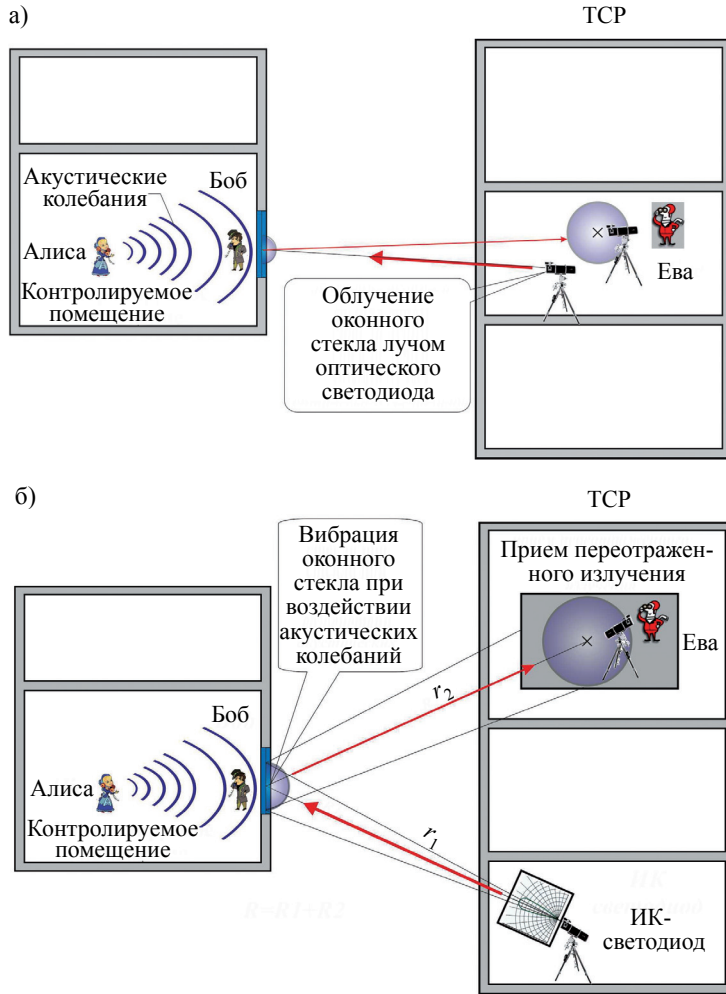


Рис. 1. Схема технического канала утечки информации в случае совмещенного (а) и разнесенного (б) приема

руется по амплитуде и фазе (по закону вибрации поверхности) и фиксируется сверхчувствительным фотоприемником, где осуществляется восстановление сообщения. Регулируемый аттенуатор $F(\alpha)$ имитирует ослабление отраженного сигнала в зависимости от угла падения ИК-луча.

В табл. 1 приведены значения мощности отраженного от стекла сигнала (как доля энергии падающего луча) в зависимости от угла падения луча на стекло. Таблица составлена для наиболее распространенного стекла с показателем преломления 1,56, для которого предельный угол полного отражения равен 40° (то есть при углах падения более 40° не происходит проникновение энергии сигнала внутрь помещения).

Максимальное расстояние, на котором возможен перехват информации, зависит от мощности отраженного сигнала в точке расположения приемного фотодиода: необходимо, чтобы на входе фотодиода она превышала минимально допустимую мощность (МДМ), т. е. минимальную мощность оптического сигнала, при которой обеспечивается заданное значение отношения сигнал-шум [13]. При дальнейшем рассмотрении будем считать, что это условие выполняется.

Для упрощения анализа предположим следующее:

- мешающая засветка фотоприемника ТСП отсутствует (то есть переговоры осуществляются в безлунную ночь);

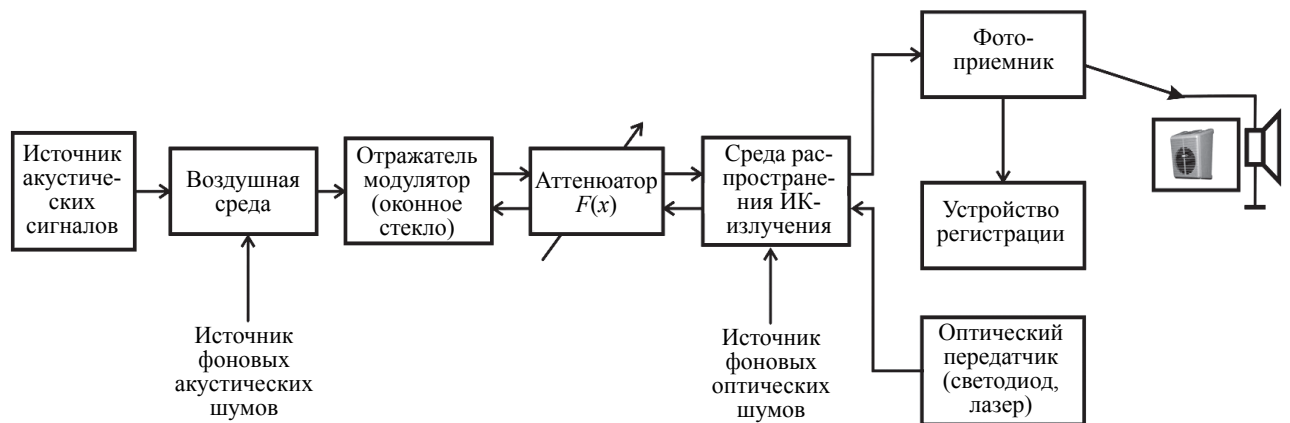


Рис. 2. Структурная схема ТСП для съема акустического сигнала с оконного стекла [12] (формирование канала перехвата информации в ИК-диапазоне)

Таблица 1

Зависимость энергии отраженного сигнала от угла падения луча на стекло

Угол падения, °	0	10	20	30	35	39	39°40'	40	60
Угол преломления, °	0	15°40'	32	51	63	79	82	90	—
Доля отраженной энергии, %	4,7	4,7	5,0	6,8	12	36	47	100	100

— угол отражения от стеклянной поверхности превышает 40° , т. е. доля отраженной энергии близка к 100% (см. табл. 1).

Эквивалентная модель ТСП для расчета уровня сигнала (рис. 3, а) включает в себя выходной излучатель HL_1 передатчика на светодиоде с мощностью излучения P_{HL_1} , ограничивающее ток балластное сопротивление R_6 и входную цепь, которая представлена фотоприемником HL_2 , находящимся в зоне уверенного приема.

Процесс распространения волны от передатчика к приемнику демонстрирует рис. 3, б, где изображено следующее:

— сферический фронт волны, формируемый идеальным изотропным излучателем — сфера радиусом r , равным расстоянию между передатчиком и приемником (ее площадь $S_{сф}$ при расчетах выражается в квадратных градусах);

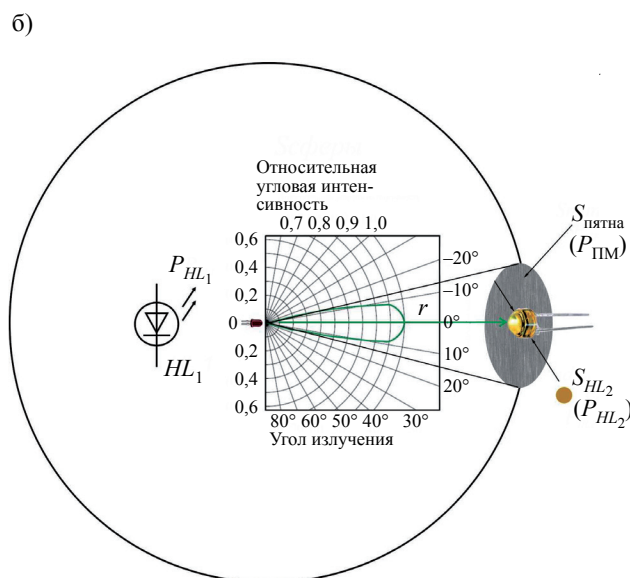
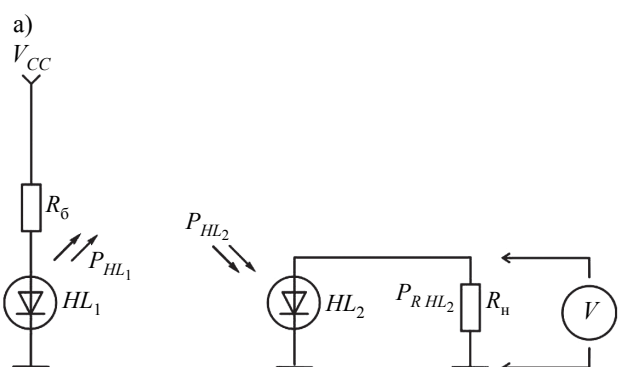


Рис. 3. Эквивалентная модель ТСП (схема выходной цепи излучающего светодиода, ИК-канал, схема входной цепи фотодетектора) (а) и иллюстрация процесса распространения волны от передатчика к приемнику (б):

R_6 — балластное сопротивление; R_n — сопротивление нагрузки на выходе фотодиода; $P_{R_{HL_2}}$ — мощность на нагрузке фотодиода; V_{CC} — напряжение питания

— однолепестковая игольчатая диаграмма направленности, сформированная реальным оптическим излучателем;

— проекция луча направленного излучателя на поверхность сферы — пятно площадью $S_{пятна}$, на котором распределена приходящая мощность $P_{ПМ}$;

— фотодиод HL_2 , на площадь апертуры которого приходится мощность P_{HL_2} (d_{HL_2} , S_{HL_2} — диаметр и площадь апертуры фотодиода соответственно).

Для определения уровня сигнала на входе чувствительного элемента приемника воспользуемся расчетными соотношениями из теории распространения электромагнитных радиоволн, учитывая, что излучение в оптическом диапазоне частот можно рассматривать как электромагнитные волны [14, 15].

Обозначим через P_Σ мощность, излучаемую эквивалентным изотропным излучателем, расположенным в точке передачи. Тогда плотность потока мощности, создаваемая этим излучателем, составит

$$\Pi = \frac{P_\Sigma}{4\pi r^2}, \quad (1)$$

где r — расстояние до точки наблюдения.

Плотность потока мощности излучения также можно определить через напряженность электрического поля E_m и характеристическое сопротивление свободного пространства (равное 240π Ом):

$$\Pi = 0,5 E_m H_m = \frac{E_m^2}{240\pi}, \quad (2)$$

где E_m , H_m — амплитудные значения векторов напряженности, соответственно, электрического и магнитного полей в свободном пространстве.

Приравняв выражения (1) и (2), для действующего значения напряженности поля получим

$$E = \frac{1}{r} \sqrt{60 P_\Sigma}. \quad (3)$$

Для направленного излучателя (светодиода HL_1) выражения, определяющие мощность полезного сигнала и напряженность поля в месте приема, примут вид

$$P_\Sigma = P_{HL_1} D_0; \quad (4)$$

$$E = \frac{1}{r} \sqrt{60 P_{HL_1} D_0}, \quad (5)$$

где P_{HL_1} — мощность излучения направленного излучателя.

Мощность полезного сигнала (мощность на нагрузке фотодиода), которая рассеивается на сопротивлении нагрузки фотодиода HL_2 , равна

$$P_{R_{HL_2}} = (U_{HL_2})^2 / R_{HL_2}, \quad (6)$$

где U_{HL_2} — уровень наведенного на фотодиоде напряжения.

С другой стороны,

$$P_{HL_2} = P_{ПМ} \nu, \quad (7)$$

где P_{HL_2} — мощность, выделяемая на апертуре фотодиода;

$P_{ПМ}$ — мощность в точке приема;

ν — коэффициент использования поверхности раскрыва фотодиода.

Учитывая квантовую эффективность η_{HL_2} фотодиода HL_2 , можем записать

$$P_{RHL_2} = P_{HL_2} \eta_{HL_2},$$

и в таком случае из формулы (6) получим

$$U_{HL_2} = \sqrt{P_{HL_2} \eta_{HL_2} R_{HL_2}}. \quad (8)$$

При распространении электромагнитной волны в среде с характеристическим сопротивлением R , равным 240π Ом (воздух):

$$P_{ПМ} = \frac{E^2}{R} \Big|_{R=240\pi} = E^2 / 240\pi,$$

и тогда, проведя преобразования при использовании выражения (5), получим

$$P_{ПМ} = P_{HL_1} \frac{D_0}{4\pi r^2}. \quad (9)$$

В точке расположения фотоприемника (на расстоянии r) светодиод создает пятно радиусом

$$r_1 = r \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (10)$$

где α — телесный угол создаваемого луча.

Согласно своему физическому смыслу, коэффициент направленного действия излучателя определяется как площадь $S_{сф}$ сферы, в центре которой расположен излучатель (как показано на рис. 3, б), выраженная через телесный угол:

$$D_0 = 41253 / \alpha^2,$$

откуда

$$\alpha = \sqrt{41253 / D_0}. \quad (11)$$

Поскольку коэффициент направленного действия D_0 задан в дБ, то есть

$$D_0 \text{ дБ} = 10 \lg D_0,$$

получим

$$D_0 = 10^{\frac{D_0 \text{ дБ}}{10}}. \quad (12)$$

С учетом этого выражение (10) перепишем как

$$r_1 = r \cdot \operatorname{tg} \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right). \quad (13)$$

Определим, какая часть мощности приходится на световое пятно, диаметр которого равен диаметру d чувствительного элемента приемника (фотодиода HL_2), т. е. пятно площадью $S_{HL_2} = 4\pi(d/2)^2$.

Коэффициент использования поверхности раскрыва фотодиода рассчитывается как

$$\nu = \frac{4\pi(d/2)^2}{4\pi r_1^2} = \frac{d^2}{4r_1^2}. \quad (14)$$

Из выражений (7) и (14) можем записать

$$P_{HL_2} = P_{ПМ} \frac{d^2}{4r_1^2},$$

и тогда, учитывая соотношение (9) для $P_{ПМ}$, а также формулу (13) для r_1 , получим

$$\begin{aligned} P_{HL_2} &= P_{HL_1} \frac{D_0}{4\pi r^2} \frac{d^2}{4 \left[r \cdot \operatorname{tg} \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right) \right]^2} = \\ &= P_{HL_1} \frac{D_0}{16\pi r^4} \frac{d^2}{\operatorname{tg}^2 \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right)}. \end{aligned} \quad (15)$$

Определим теперь мощность P_{HL_1} излучения передающего ИК-светодиода.

Согласно закону Ома, падение напряжения на светодиоде HL_1 для участка цепи составляет

$$U_{HL_1} = V_{CC} - V_6 = V_{CC} - \frac{V_{CC}}{R_6 + R_{HL_1}} \cdot R_6. \quad (16)$$

Запишем выражение, определяющее взаимосвязь мощности излучаемого сигнала и уровня напряжения на светодиоде HL_1 , учитывая его квантовую эффективность η_{HL_1} :

$$P_{HL_1} = \frac{U_{HL_1}^2}{R_{HL_1}} \cdot \eta_{HL_1} = \frac{\left(V_{CC} - \frac{V_{CC}}{R_6 + R_{HL_1}} \cdot R_6 \right)^2}{R_{HL_1}} \cdot \eta_{HL_1}. \quad (17)$$

С учетом этого можем записать

$$\begin{aligned} P_{HL_2} &= \frac{\left(V_{CC} - \frac{V_{CC}}{R_6 + R_{HL_1}} \cdot R_6 \right)^2}{R_{HL_1}} \cdot \eta_{HL_1} \cdot \frac{D_0}{16\pi r^4} \frac{d^2}{\operatorname{tg}^2 \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right)} = \\ &= \frac{d^2}{16r^4} \cdot \frac{\left(V_{CC} - \frac{V_{CC}}{R_6 + R_{HL_1}} \cdot R_6 \right)^2}{\operatorname{tg}^2 \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right)} \cdot \frac{D_0 \eta_{HL_1}}{\pi R_{HL_1}}. \end{aligned}$$

Тогда формула (8) преобразуется к виду

$$U_{HL_2} = \frac{d}{4r^2} \frac{V_{CC} - \frac{V_{CC}}{R_6 + R_{HL_1}} \cdot R_6}{\operatorname{tg} \left(0,5 \sqrt{41253 / D_0} \right)} \sqrt{\frac{D_0 R_{HL_2}}{\pi R_{HL_1}} \eta_{HL_1} \eta_{HL_2}}. \quad (18)$$

Определим уровень сигнала на входе чувствительного элемента приемника (фотодиод HL_2 диаметром $d = 8$ мм с квантовой эффективностью $\eta_{HL_2} = 0,9$), размещенного в зоне перехвата информации на расстоянии $r = 3$ м от передающего модуля (ИК-светодиод HL_1).

Выберем следующие параметры ИК-светодиода HL_1 : $R_6 = 100$ Ом; сопротивление $R_{HL_1} = R_{HL_2} = 10$ Ом; квантовая эффективность $\eta_{HL_1} = 0,75$; коэффициент

Таблица 2

Зависимость напряжения на фотодиоде HL_2 от расстояния до излучающего светодиода HL_1

Расстояние, м	Напряжение на HL_2 , мВ
5	285
10	71
20	18
30	7,92
40	4,45
50	2,85
60	1,98
70	1,45
80	1,11
90	0,88
100	0,71

направленного действия $D_0 = 40$ дБ; напряжение питания $V_{CC} = 15$ В.

Полученные при указанных исходных данных значения напряжения, создаваемого на фотодиоде, в зависимости от расстояния между ним и излучающим светодиодом приведены в **табл. 2**.

Очевидно, что на точность оценки расстояния устойчивого перехвата акустической информации будут влиять следующие факторы:

- характеристики вольтметра, определяющие точность измерения напряжения;
- состояние стеклянной поверхности (например, запыленность стекла);
- текущие характеристики среды распространения излучения (погодных условий).

В связи с этим для реальных условий необходимо ввести такой показатель, как коэффициент запаса мощности отраженного сигнала, определение которого является темой отдельного исследования.

Выводы

Предложенная методика расчета расстояния уверенного приема по критерию минимально допустимой мощности позволяет проводить расчет геометрических размеров зоны перехвата информации при условии, что доля отраженной энергии близка к 100% и отсутствует мешающая засветка фотоприемника технических средств разведки. В отличие от субъективных критериев, таких как, например, уровень разборчивости речи, здесь используется отношение уровня полезного сигнала к уровню шума, приведенного ко входу приемника, т. е. результаты связаны с электрическими и энергетическими параметрами ТСР.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Каторин Ю. Ф., Куренков Е. В., Лысов А. В., Остапенко А. Н. *Большая энциклопедия промышленного шпионажа*, СПб., ООО Полигон, 2000, 896 с.
2. Li X., Yang B., Xie X., Li D., Xu L. Influence of waveform characteristics on LiDAR ranging accuracy and precision. *Sensors*, 2018, vol. 18, iss. 4, p. 1156. <https://doi.org/10.3390/s18041156>
3. Li X., Wang H., Yang B., Huyan J., Xu L. Influence of time-pickoff circuit parameters on LiDAR range precision. *Sensors*. 2017, vol. 17, iss. 10, p. 2369. <https://doi.org/10.3390/s17102369>
4. Хорев А.А. Средства акустической разведки: направленные микрофоны и лазерные акустические системы разведки. *Спецтехника и связь*, 2008, № 2, с. 24–29.
5. Абракітов В.Е. *Багаторазові відбиття звуку в акустичних розрахунках*. Харківська національна академія міського господарства, 2007, 416 с.
6. Каторин Ю.Ф. Оценка возможностей направленных микрофонов при перехвате звуковых сигналов. *Вестник полиции*, 2015, т. 3, № 1, с. 28–33. <https://doi.org/10.13187/VesP.2015.3.28>
7. Дидковский В. С., Дидковская М. В., Продеус А. Н. *Акустическая экспертиза каналов речевой коммуникации*. Киев, Имекс-ЛТД, 2008, 420 с.
8. Соколов, А. И., Монахов М. Ю. *Технические средства защиты информации: технические каналы утечки информации*. Изд-во Владимирского гос. ун-та, 2006, 71 с.
9. Золотарева К.Н. Лазерный микрофон как техническое средство разведки. *IT: Вчера, Сегодня, Завтра: Материалы III науч.-исслед. конф.*, СПб., Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2015, с. 168–169.
10. Глущенко А.В., Глущенко Л.А., Тупота В.И. Математическая модель получения информации об акустическом речевом сигнале по отраженному лазерному излучению. *Сб. докл. 20-й Междунар. конфер. «Лазеры. Измерения. Информация-2010»*. СПб., Изд-во Политехнического ун-та, 2010, т. 1, с. 209–220.
11. Qiu, Q., Lau, D. The Sensitivity of Acoustic-Laser Technique for Detecting the Defects in CFRP-Bonded Concrete Systems. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 2016, vol. 35, art. no. 33. <https://doi.org/10.1007/s10921-016-0351-y>
12. Ежгуров В.Н., Каторин Ю.Ф., Нырков А.П., Соколов С.С. Основные принципы построения защищенных информационных систем автоматизированного управления транспортно-логическим комплексом. *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы*. 2013, № 2, с. 54–58.
13. Глущенко А. В., Глущенко Л. А., Корзун А. М., Тупота В. И. Оценка эффективности получения информации об акустическом сигнале по отраженному лазерному излучению. *Сб. трудов IX Междунар. конфер. «Прикладная оптика-2010»*. СПб., 2010, с. 71–75.
14. Гришачев В. В., Халяпин Д. Б., Шевченко Н. А, Мерзлякин В. Г. Новые каналы утечки конфиденциальной речевой информации через волоконно-оптические подсистемы СКС. *Специальная техника*, 2009, № 2, с. 2–9.
15. Каторин Ю. Ф., Коротков В. В., Нырков А. П. Защищенность информации в каналах передачи данных в береговых сетях автоматизированной идентификационной системы. *Журнал университета водных коммуникаций*. СПб., СПбГУВ, 2012, № 1, с. 98–102.

Дата поступления рукописи
в редакцию 11.03 2020 г.

METHOD OF DETERMINING THE SIGNAL LEVEL AT THE INPUT
OF THE OPTICAL RECEIVER OF SURVEILLANCE EQUIPMENT

The paper considers typical designs of surveillance devices for acousto-optic leakage channels. To assess the quality of the channel, it is proposed to use the criterion of the minimum permissible power of the information signal at the input.

To analyze the processes that occur while the probe signal propagates to the pick-up point and back to the surveillance device, the authors propose a detailed model of the information leakage channel with the indication of the main transformations of the intercepted signal. The paper presents the main criteria for the correct reception of an optical signal and for the extraction of acoustic information from it. A number of assumptions are formulated regarding the practical implementation of the optoelectric converter of the receiving device, and a simplified equivalent functional model of the optical information transmission channel is developed.

The authors also propose a method for calculating the voltage at the load of the photodiode depending on the distance to the vibrating surface, power and the coefficient of directional action of the transmitter emitter. The numerical dependences of the voltage at the load of the photodiode on the distance are obtained for specific numerical values of the load resistance, supply voltage, directional coefficient of the emitter and receiver, as well as the geometric dimensions of the information interception zone. A simplified technique is developed that allows determining the signal level at the input of the sensitive element of a photodetector under idealized conditions, if the minimum permissible optical signal power condition is met and there is no background illumination of the photodetector of the surveillance device.

Keywords: acousto-optic leakage channel, signal level, calculation method, minimum detected power.

REFERENCES

1. Katorin Yu. F., Kurenkov Ye. V., Lysov A. V., Ostapenko A. N. *Bol'shaya entsiklopediya promyshlennogo shpionazha* [Great encyclopedia of industrial espionage], Russia, St. Petersburg, Ltd "Poligon", 2000, 896 p. (Rus) <https://doi.org/10.3390/s18041156>
2. Li X., Yang B., Xie X., Li D., Xu L. Influence of waveform characteristics on LiDAR ranging accuracy and precision. *Sensors*, 2018, vol. 18, iss. 4, pp. 1156. <https://doi.org/10.3390/s18041156>
3. Li X., Wang H., Yang B., Huyan J., Xu L. Influence of time-pickoff circuit parameters on LiDAR range precision. *Sensors*, 2017, vol. 17, iss. 10, pp. 2369. <https://doi.org/10.3390/s17102369>
4. Khorev A.A. [Means of the acoustic reconnaissance: directional microphones and the laser acoustic systems of reconnaissance]. *Spetsstekhnika i svyaz'*, Moscow, 2008, no. 2, pp. 24–29. (Rus)
5. Abrakitov V.E. *Bagatorazovi vidbytya zvuku v akustychnykh rozrakhunkakh* [Multiple sound reflections in acoustic calculations]. Ukraine, Kharkiv National Academy of Municipal Economy, 2007, 416 p. (Ukr)
6. Katorin Yu.F. [Estimation of the possibilities of directional microphones with the interception of sound signals]. *Vestnik policii*, 2015, vol. 3, iss. 1, pp. 28–33. <https://doi.org/10.13187/VesP.2015.3.28> (Rus)
7. Didkovskiy V. S., Didkovskaya M. V., Prodeus A. N. *Akusticheskaya ekspertiza kanalov rechevoy komunikatsii* [Acoustic speech communication channel expertise]. Kyiv, Imeks-LTD, 2008. 420 p. (Rus)
8. Sokolov, A. I., Monakhov M. Yu. *Tekhnicheskiye sredstva zashchity informatsii: tekhnicheskiye kanaly utechki informatsii* [Technical means of information protection: technical channels for information leakage]. Russia, Publishing House of Vladimir State University, 2006, 71 p. (Rus)
9. Zolotareva K.N. [Laser microphone as technical equipment for reconnaissance] *Proceedings of the III Conference "IT: Yesterday, today, tomorrow"*, St. Petersburg, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, 2015, pp. 168–169 (Rus)
10. Glushhenko A.V., Glushhenko L.A., Tupota V.I. *Matematicheskaya model' polucheniya informatsii ob akusticheskom rechevom signale po otrazhennomu lazernomu izlucheniyu.* *Proceedings of the 20-th Int. Conf. "Lasers Measurements. Information 2010"*, vol. 1, St. Petersburg, Politechnical University, 2010, pp. 209–220 (Rus)
11. Qiu, Q., Lau, D. The Sensitivity of Acoustic-Laser Technique for Detecting the Defects in CFRP-Bonded Concrete Systems. *Journal of Nondestructive Evaluation*, 2016, vol. 35, art. no. 33. <https://doi.org/10.1007/s10921-016-0351-y>
12. Ezhgurov V.N., Katorin Yu.F., Nyrkov A.P., Sokolov S.S. [The basic principles of building secure information systems for automated management of the transport-logical complex] *Information Security Problems. Computer Systems*, 2013, no. 2, pp. 54–58. (Rus)
13. Glushhenko A. V., Glushhenko L. A., Korzun A. M., Tupota V. I. [Otsenka effektivnosti polucheniya informatsii ob akusticheskom signale po otrazhennomu lazernomu izlucheniyu]. *Proc. of the IX Int. Conf. "Prikladnaya Optika-2010"*, St. Petersburg, 2010, pp. 71–75. (Rus)
14. Grishachev V. V., Haljapin D. B., Shevchenko N. A., Merzlikin V. G. [New channels for leakage of confidential voice information through fiber optic subsystems SCS]. *Specialnaya tekhnika*, 2009, no. 2, pp. 2–9. (Rus)
15. Katorin Ju. F., Korotkov V. V., Nyrkov A. P. [Information security in the channels of data transmission on the waterside networks of automatic identification system]. *Journal of Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping*, St. Petersburg, 2012, no. 1, pp. 98–102. (Rus)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ СИГНАЛУ НА ВХОДІ ОПТИЧНОГО ПРИЙМАЧА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ РОЗВІДКИ

Розглянуто типові схеми побудови пристроїв технічної розвідки в акустооптичних каналах витоку інформації. Для оцінки якості каналу запропоновано спрощену методику, яка використовує критерій наявності мінімальної допустимої потужності інформаційного сигналу на вході приймального пристрою.

Для аналізу процесів, що відбуваються при поширенні зондуючого сигналу до точки знімання і назад до пристрою розвідки, було розглянуто деталізовану модель каналу витоку інформації із зазначенням основних перетворень перехоплюваного сигналу. Сформульовано основні критерії правильного прийому оптичного сигналу та виділення з нього акустичної інформації, а також ряд припущень, що стосуються практичної реалізації опто-електронного перетворювача приймального пристрою і розроблено спрощену еквівалентну функціональну модель оптичного каналу передачі інформації. Запропоновано методику розрахунку напруги на навантаженні фотодіода залежно від відстані до вібруючої поверхні, потужності і коефіцієнта спрямованої дії випромінювача передавача.

Отримані числові залежності напруги на навантаженні фотодіода від відстані за конкретних числових значень опору навантаження, живильної напруги, коефіцієнта спрямованої дії випромінювача і приймача, а також геометричних розмірах зони перехоплення інформації дозволяють за умов реалізації мінімальної допустимої потужності оптичного сигналу та відсутності фонового засвічування фотоприймача технічного засобу розвідки визначити рівень сигналу на вході чутливого елемента фотоприймача в ідеалізованих умовах.

Ключові слова: акустооптичний канал витоку інформації, рівень сигналу, методика розрахунку, мінімальна детектуюча потужність.

Описание статьи для цитирования:

Садченко А. В., Кушниренко О. А., Троянский А. В. Методика определения уровня сигнала на входе оптического приемника технических средств разведки. Технология и конструирование в электронной аппаратуре, 2020, № 1–2, с. 15–21. <http://dx.doi.org/10.15222/ТКЕА2020.1-2.15>

Cite the article as:

Sadchenko A. V., Kushnirenko O. A., Troyanskiy A. V. Method of determining the signal level at the input of the optical receiver of surveillance equipment. Tekhnologiya i Konstruirovaniye v Elektronnoy Apparature, 2020, no. 1–2, pp. 15–21. <http://dx.doi.org/10.15222/ТКЕА2020.1-2.15>
