

базирується на вероятностной моделі впливу шкідливих факторів на здоров'я працівників. Отримані на основі ризик-орієнтованого підходу залежності можна застосовувати для аттестації робочих місць, визначенні пріоритету заходів по охороні праці з урахуванням рівня виробничого і професійного ризиків.

**Ключевые слова:** ризик-орієнтований підхід, шкідливі і небезпечні виробничі фактори, аттестація робочих місць, ймовірність.

## **Abstrakt**

### **ASSESSMENT OF THE POTENTIAL OF DANGEROUS AND HARMFUL PRODUCTION PROCESSES**

V. Dyakonov, M. Adamenko, O. Tretyakov, S. Nesterenko.

*The method of assessment of cumulative risk in working area with consideration of time working in the area of hazardous factors, based on the probability model of the influence of harmful factors on the health of workers. Obtained on the basis of a risk oriented approach of dependence can apply for the attestation of the workstations, the definition of priority measures for the protection of labour, taking into account the level of industrial and commercial risks.*

**Keywords:** the risk-oriented approach, harmful and hazardous production factors, attestation of employment, probability.

**УДК 631.639.22 : 519.22**

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ДЛЯ ОХОРОНИ ОБ'ЄКТІВ**

**Черепньов І. А., к.т.н., доц.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

**Романюк В. А., к.т.н., доц., Стародубцев С. О., к.в.н., доц.**

*Національна академія Національної гвардії України*

*Серед численних питань безпеки будь-якого промислового, цивільного чи спеціального об'єкта чи не найскладніший і найважливіший — захист його периметра як першого і найбільш відповідального рубежу охорони.*

*Захист периметра об'єкта можливий при оптимальному поєднанні механічних перешкод, що утрудняють і уповільнюють дії порушника, з технічними засобами раннього виявлення факту проникнення.*

*Периметровий комплект інженерних споруд як сукупність інженерних огорожень служить для забезпечення неприступності територій і об'єктів з метою запобігання проникненню на них сторонніх осіб і транспортних засобів.*

*Периметровий кордон об'єкта є найкращим місцем для раннього детектування вторгнення. Таким чином, периметрові системи охорони є*

найбільш ефективними засобами захисту від несанкціонованого проникнення, оскільки видають сигнал тривоги задовго до того, як зломисник може проникнути в особливо важливі зони, об'єкта, що охороняються.

На українському ринку безпеки представлена величезна кількість різноманітних систем для охорони периметра. Зупинимось на тих, що використовують інфрачервоний діапазон (ІЧ) діапазон хвиль.

Інфрачервоні системи за своїм принципом роботи та комплектації, поділяються на два види: активні та пасивні. Активні інфрачервоні системи охорони периметру складаються з приймача та передавача ІЧ променів, які знаходяться в умовах прямої видимості. Випромінюваних ІЧ променів може бути кілька, та вони посилюються за допомогою оптичних лінз. Сигнал тривоги формується при перериванні променя. Відстань, яка охороняється, може бути значною - до сотень метрів.

Пасивні інфрачервоні системи діють на основі пасивних ІЧ датчиків з просторовою діаграмою променя. Вони встановлюються там, де необхідно контролювати невеликі ділянки периметра, наприклад, в'їзд на територію. Робота датчиків заснована на зміні інфрачервоного випромінювання навколишнього середовища під впливом руху.

Метою статті є оцінювання можливості лазерних методів охорони, які засновані на аналізі зміни просторової структури лазерного випромінювання в ІЧ діапазоні хвиль, спричиненої переміщенням об'єкта. Це дозволить збільшити висоту зони дії засобів контролю до десятків метрів по периметру об'єкта. Для збільшення дальності дії таких систем пропонується застосувати світлоповертаючі покриття (СПП) [1].

**Ключові слова:** лазерне випромінювання, світлоповертаючі покриття, турбулентність повітря, спекл-інтерферометрія.

**Постановка задачі і аналіз літератури.** Останнім часом в світі значно виросла загроза терористичних нападів, в тому числі і на об'єкти ядерної інфраструктури. Світовою спільнотою тероризм віднесено до найбільш гострих проблем сучасності, а його найнебезпечніші форми, пов'язані з використанням зброї масового знищення, насамперед ядерної, визнаються загрозою самому існуванню цивілізованого людства. На думку Мохамеда ЕльБарадеї, колишнього Генерального директора МАГАТЕ і лауреата Нобелівської премії миру 2005 року, "ядерний тероризм є найбільш серйозною небезпекою, з якою зіткнулося людство" [2]. Для України, на території якої знаходяться 5 атомних електростанцій, в т.ч. і Чорнобильська, джерела іонізуючого випромінювання, підприємства переробки урану, фізичний захист всіх ядерних матеріалів, радіоактивних матеріалів, установок і транспортних засобів, відноситься до основних пріоритетів (рисунок 1). Із збільшенням периметра території, що охороняється, зростає довжина фізичного огороження і, відповідно, зростає можливість його порушення. Розроблення нових зразків охоронних систем призвело до значного розширення переліку периметрових технічних засобів охорони (ТЗО). Сьогодні всі види фізичних бар'єрів (паркани, стіни, огороження) все частіше поєднують з електронними системами охорони [3].



Рис. 1 – Об’єкти ядерної інфраструктури України

Поширення набули і зразки, що завдяки спеціальному програмовому забезпеченню здатні не тільки фіксувати сигнали датчиків-сповіщувачів, але й аналізувати структуру цих сигналів, тим самим підвищуючи ймовірність виявлення порушення периметра. До складу сучасних систем охорони периметра входять фізичний бар’єр та складна електронна система охорони з досить малою ймовірністю надходження хибних сигналів тривоги [4, 5].

Ще однією сферою застосування ТЗО є обладнання тимчасових охоронних рубежів у процесі виконання завдань з блокування ділянок місцевості, тимчасової охорони стаціонарних чи польових об’єктів, а також комунікацій. Найявні пересувні ТЗО швидкого розгортання також не завжди задовольняють вимогам за критерієм “вартість – ефективність”. Ідеальний ТЗО повинен мати зону виявлення у вигляді сфери, в середині якої знаходиться об’єкт. На жаль, на сьогодні створення таких засобів неможливе, всі існуючі засоби мають висоту зони дії не більше 2 – 3 м по периметру об’єкта. Виявити, наприклад, порушників, що використовують повітряні засоби пересування можливо тільки після їхнього приземлення й потраплення в зону дії засобу сигналізації [6, 7].

Перспективним є метод, заснований на аналізі зміни просторової структури лазерного випромінювання, спричиненої переміщенням об’єкта. Це дозволить збільшити висоту зони дії засобів контролю до десятків метрів по периметру об’єкта.

У сучасних лазерних системах охорони периметра використовують різні способи збільшення потужності відбитого сигналу (відношення сигнал/шум) для підвищення ймовірності виявлення порушення периметра з мінімумом фіктивних тривог. Перспективним напрямком розв’язання такої задачі є застосування спеціальних світлоповертаючих покриттів (СПП). У такому випадку відбитий сигнал не розсіюється в різні напрямки, а потрапляє на вхід фотоприймача тим самим шляхом, що і випромінений. Енергія відбитого сигналу зменшується тільки внаслідок розсіювання та поглинання на трасі проходження променя. Використання СВП дозволить збільшити грані периметра і розміри території, що охороняється [9].

**Викладення основного матеріалу.** При використанні лазерного випромінювання в результаті інтерференції парціальних променів, відбитих від різних ділянок з випадковими нахилом і висотою, у площині спостереження формується так звана спекл-картина, що являє собою сукупність окремих плям (спеклів). У разі зсувів ділянки, наприклад через вібрації, у площині спостереження відбувається зсув спекл-картини, що може бути використано для виявлення об'єктів, які вібрують. Крім того, зміни в структурі розподілу, за якими спостерігають, відбуваються також при відбитті від нерухомих об'єктів внаслідок зміни температурного режиму.

Одним з способів до рішення завдання діагностики потоків є оцінка впливу фазових флуктуацій, які внесені турбулентністю в зондувальне випромінювання. Фізичною основою методу діагностики турбулентного стану повітря є залежність часового спектра флуктуацій фази хвилі від величини поперечної швидкості турбулентного потоку, що рухається, і стану турбулентності, обумовленого значення структурної постійної флуктуацій показника переломлення. Часовий спектр фазових флуктуацій у лазерному пучку обмежений частотою [7]:

$$f_0 = \frac{v_{\perp}}{\sqrt{2\pi\lambda L}}, \quad (1)$$

де  $v_{\perp}$  – поперечна до напрямку поширення променя складова швидкості вітру,  
 $\lambda$  – довжина світлової хвилі,  
 $L$  – довжина турбулентної траси.

Ця обставина використовується, зокрема, для визначення швидкості вітру методами лазерного дистанційного зондування атмосфери. У випадку, коли  $f < f_0$ , часовий спектр флуктуацій параметрів променя змінюється мало й описується співвідношенням:

$$W(f) = 0,85C_n^2 k^{2/3} L^{7/3} / v_{\perp}, \quad (2)$$

де  $C_n^2$  – структурна постійна флуктуацій показника переломлення,  
 $k$  – хвильове число.

При  $f > f_0$  спектральна щільність потужності швидко убуває відповідно до залежності:

$$W(f) = 2,19C_n^2 k^{2/3} L^{7/3} \left( \frac{f}{f_0} \right)^{-8/3} / v_{\perp}. \quad (3)$$

Таким чином, для визначення стану турбулентного шару необхідно оцінити величину  $f_0$ . Реалізувати такий підхід можна, наприклад, за допомогою методу спекл-інтерферометрії, при якому необхідно аналізувати часові зміни сигналу фотоприймача, при реєстрації випромінювання, відбитого від СПП і яке пройшло через турбулентний шар. У цьому випадку закономірності динаміки зміни сигналу фотоприймача будуть визначатися властивостями турбулентного потоку.

Істотного збільшення потужності прийнятого сигналу, а отже і поширення можливостей практичного застосування методу можна досягти у разі використання світлоповертаючих покриттів (СПП) замість поверхонь, що забезпечують дифузне відбиття [7]. СПП є сукупністю елементарних світловідбивачів у вигляді скляних мікрокульок або мікропризм, розміри яких декілька десятків мікрометрів. Розсіяне випромінювання має просторово-неоднорідний характер, що відповідає спекл-картині (рисунок 1), однак діаграма спрямованості шириною усього кілька градусів зорієнтована завжди в напрямку випромінювача і не залежить від взаємної орієнтації нормалі до поверхні й напрямку падіння променя.

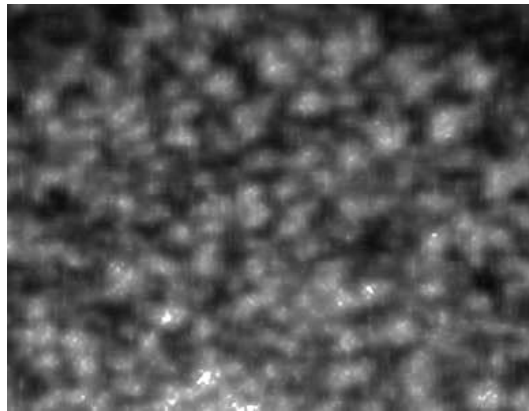


Рис. 2 – Спекл-картина розсіяного випромінювання

СПП структурно складаються з безлічі елементарних світлоповертачів, розташованих на підкладці. Теперішнього часу СПП використовуються для вирішення двох основних завдань. По-перше, при створенні світлорозсіюючих проєкційних екранів, і, по-друге, для виготовлення світлоповертаючих екранів, знаків безпеки, сигнальної розмітки, автомобільних номерів.

У першому випадку це так звані бісерні екрани, що мають баритову поверхню, що покрита дрібним шаром скляних кульок діаметром 0,1 – 0,5 мм. Чим більше діаметр кульок, тим більше концентрований відбитий світловий потік і тем менше корисний кут розсіювання, що мінімально досягає значення  $\pm 70$  по половинному рівні зменшення яскравості відбитого світла.

Світлоповертаючі екрани, знаки безпеки виконують на основі СПП, вони зримо сприймаються світними при висвітленні їхньої поверхні пучком (променем) світла, спрямованим з боку спостерігача й несвітловими - при висвітленні їхньої поверхні спрямованим з боку спостерігача світлом. Світлоповертаючі плівкові покриття можуть бути наступних типів:

1 тип: плівки із середньою інтенсивністю світлоповертання, оптичними елементами яких є сферичні лінзи (мікросклокульки), що перебувають у прозорому полімерному шарі; світлоповертаючі плівкові матеріали цього типу застосовують, коли знаки безпеки або сигнальну розмітку необхідно розрізнити із близької відстані при низькому рівні фонового висвітлення;

2 тип: плівки з високою інтенсивністю світлоповертання, що складаються зі сферичних лінзових елементів, укладених у капсулу, наклеєних на полімерну

основу й залитих шаром прозорого пластику; світлоповертаючі плівки 2-го типу характеризуються більш високим коефіцієнтом світлоповертання, ніж плівки 1-го типу, їх застосовують для виготовлення екранів, знаків безпеки і сигнальної розмітки, спостережуваної з далеких відстаней або при низькому й середньому рівнях фонового висвітлення;

3 тип: плівки 3-го типу мають оптичну систему у вигляді плоскогранних призматичних елементів, що перебувають у прозорому полімерному шарі; світлоповертаючі плівки 3-го типу характеризуються надвисоким коефіцієнтом світлоповертання, їх застосовують при виготовленні екранів, знаків безпеки для особливо небезпечних місць і у випадку великих відстаней упізнання при будь-якому рівні фонового висвітлення.

Найкращими властивостями по концентрації енергії в напрямку на джерело підсвіту володіють СПП 3 типу, потім відповідно СПП 2 й 1 типів. Пеленгаційні характеристики СПП, що характеризують зниження потужності відбитого в напрямку на джерело світла при відхиленні кута падіння від нормального, для всіх типів СПП практично однакові [8].

## **Висновки**

У статті запропонований можливий підхід до розв'язання задачі діагностики потоків: аналіз впливу фазових флуктуацій, внесених турбулентністю в зондувальне випромінювання. Показана можливість виявлення зміни стану турбулентності на трасі розповсюдження променя, що може бути основою створення охоронної системи різних об'єктів.

## **Список використаних джерел**

1. Технічні засоби охорони периметра та об'єктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.klaster-plus.ua/ua/stati-i-obzory/tekhnicheskie-sredstva-okhrany-perimetra-obzor-tekhnolog/>.
2. Кондратов С.І. Щодо проблем оцінки загроз ядерного та радіаційного тероризму/Національний інститут стратегічних досліджень // С.І. Кондратов Аналітична доповідь. – К., 2013.
3. Комплексная охрана объектов: методы и аппаратура. – Режим доступа: <http://arsenal.nm.ru>.
4. Оленин Ю.А. Проблемы комплексного обеспечения охранно-территориальной безопасности и физической защиты особо важных объектов РФ / Ю.А. Оленин // Проблемы объектовой охраны: сб. науч. тр. Пензенского гос. ун-та. – Вып. 41. – Пенза, 2000. – С. 121 – 125.
5. Лепешкин В. Оценка защитных свойств периметральной сигнализации / В. Лепешкин // Мир и безопасность. – М., 2001. – № 3.
6. Охрана периметра [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xvision.ru/id=15>.
7. Татарский В.И. Распространение волн в турбулентной атмосфере / В.И. Татарский. – М.: Наука, 1967. – 522 с.
8. Крюков И. Н. Сравнительный анализ физических полей объектов в целях обнаружения и распознавания нарушителей границы / И. Н. Крюков, В. А.

- Иванов // НМС. – Калининград: КВИ ФПС, 1999. – № 6. – Ч. 4. – С. 18 – 24.
9. Терещенко І.В. Аналіз властивостей світлоповертаючих покриттів, які використовуються у квантових системах охорони об'єктів/ І.В. Терещенко, В.А.Романюк, С.А. Горелишев, А.В. Кочин// Радіотехніка. – 2010. – Вип.163. – 2010. – С.199-204.

## **Аннотация**

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ**

Черепнев И. А., Романюк В. А., Стародубцев С. А.

*Среди многочисленных вопросов безопасности любого промышленного, гражданского или специального объекта едва ли не самый сложный и самый важный - защита его периметра как первого и наиболее ответственного рубежа охраны.*

*Защита периметра объекта возможна при оптимальном сочетании механических препятствий, затрудняющих и замедляющих действия нарушителя, с техническими средствами раннего обнаружения факта проникновения.*

*Периметровый комплект инженерных сооружений как совокупность инженерных ограждений служит для обеспечения недоступности территорий и объектов с целью предотвращения проникновения на них посторонних лиц и транспортных средств.*

*Периметровая граница объекта является лучшим местом для раннего детектирования вторжения. Таким образом, периметровые системы охраны являются наиболее эффективными средствами защиты от несанкционированного проникновения, поскольку выдают сигнал тревоги задолго до того, как злоумышленник может проникнуть в особо важные зоны охраняемого объекта.*

*На украинском рынке безопасности представлено огромное количество разнообразных систем для охраны периметра. Остановимся на тех, что используют инфракрасный диапазон (ИК) диапазон волн.*

*Инфракрасные системы по своему принципу работы и комплектации, делятся на два вида: активные и пассивные. Активные инфракрасные системы охраны периметра состоят из приемника и передатчика ИК лучей, которые находятся в условиях прямой видимости. Излучаемых ИК лучей может быть несколько, и они усиливаются с помощью оптических линз. Сигнал тревоги формируется при прерывании луча. Расстояние охраняемой может быть значительным - до сотен метров.*

*Пассивные инфракрасные системы действуют на основе пассивных ИК датчиков с пространственной диаграммой луча. Они устанавливаются там, где необходимо контролировать небольшие участки периметра, например, въезд на территорию. Работа датчиков основана на изменении инфракрасного излучения окружающей среды под влиянием движения.*

*Целью статьи является оценка возможности лазерных методов охраны, которые основаны на анализе изменения пространственной структуры*

лазерного излучения в ИК диапазоне волн, вызванного перемещением объекта. Это позволит увеличить высоту зоны действия средств контроля до десятков метров по периметру объекта. Для увеличения дальности действия таких систем предлагается применить световозвращающие покрытия (СВП).

лазерное излучение, световозвращающие покрытия, турбулентность воздуха, спекл-интерферометрия.

## **Abstrakt**

### **APPLICATION OF REMOTE CONTROL METHODS FOR PROTECTION OF OBJECTS**

I. Cherepnev, V. Romanyuk, S. Starodubtsev

*Among the numerous security issues of any industrial, civil or special object is hardly the most difficult and most important - the protection of its perimeter as the first and most responsible security frontier.*

*Protection of the perimeter of the object is possible with the optimal combination of mechanical obstacles that hinder and slow down the perpetrator's action, with the technical means of early detection of the penetration.*

*The perimetric set of engineering structures as an aggregate of engineering fences serves to ensure the inaccessibility of territories and objects in order to prevent the penetration of unauthorized persons and vehicles by them.*

*The perimeter boundary of the object is the best place for early detection of an invasion. Thus, perimeter security systems are the most effective means of protecting against unauthorized intrusion, as they give out an alarm long before the attacker can penetrate the most important areas of the protected object.*

*The Ukrainian security market presents a huge number of diverse systems for the protection of the perimeter. Let's dwell on those that use the infrared (IR) waveband.*

*Infrared systems, according to their principle of operation and equipment, are divided into two types: active and passive. Active infrared perimeter security systems consist of an IR receiver and transmitter that are in direct visibility. Radiated IR rays can be several, and they are amplified with the help of optical lenses. An alarm is generated when the beam is interrupted. The distance protected can be significant - up to hundreds of meters.*

*Passive infrared systems operate on the basis of passive IR sensors with a spatial beam diagram. They are installed where it is necessary to control small areas of the perimeter, for example, entry into the territory. The operation of the sensors is based on the change in the infrared radiation of the environment under the influence of motion.*

*The purpose of the article is to assess the possibility of laser protection methods, which are based on the analysis of the change in the spatial structure of laser radiation in the IR wave range caused by the displacement of the object. This will increase the height of the control area to dozens of meters along the perimeter of the object. In order to increase the range of such systems, it is proposed to apply retroreflective coatings (SVP) [1].*

**Key words:** *laser radiation, reflective coatings, air turbulence, speckle-interferometry.*