

УДК 621.383.46

ДЕТЕКТОРИ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ МУЛЬТИЕНЕРГЕТИЧНОЇ ІНТРОСКОПІЇ

Гуржій Є. В.

Науковий керівник – к.ф.м.н., доц. Галат О.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф.

МЕЕПП

м. Харків, Україна

e-mail: yevhen.hurzhii@nure.ua

Scanning cargo for security threats and contraband is paramount in modern transportation and border control systems. Among the array of detection technologies, introscopy stands out for its penetrating capability, offering insights into the composition of materials within cargo shipments. These technologies allow for detailed analysis of cargo contents, facilitating the differentiation between benign materials and potential risks. Yet, similar to the challenges faced achieving optimal performance requires addressing issues such as contact quality and trap-free junctions for accurate detection.

In this paper, we address these challenges by proposing a novel approach: shadow image processing and analysis, identification of substances by effective atomic number, detector noise reduction.

Завданням систем сканування вантажів є перевірка широкого спектру матеріалів і товарів, що перевозяться різними видами транспорту, включаючи морські контейнери, вантажівки та повітряні вантажі. Ефективне визначення речовин у вантажних відправленнях має важливе значення для виявлення потенційних загроз, контрабанди та небезпечних матеріалів, прихованих у них. Ефективний атомний номер є ключовим параметром для характеристики елементного складу матеріалів, присутніх у вантажних відправленнях. Аналізуючи сигнатуру ефективного атомного номеру відсканованих об'єктів, оператори сканування вантажів можуть визначити наявність певних елементів і диференціювати різні типи матеріалів [1,2]. Ця інформація є безцінною для виявлення підозрілих або заборонених речовин і полегшення цілеспрямованої перевірки та втручання.

Для кожного виду рентгенівського випромінювачі застосовують відповідні приймачі [3,4], а саме: рентгенометричні (рис.1), рентгенографічні, рентгеноскопичні. Суттєвим є також контроль та зменшення шумів чутливого елементу детектора [4], що дозволяє покращити якість результатів сканування.

У роботі поставлена задача проаналізувати шумові фактори напівпровідникового чутливого елемента детектора та виявити напрямки зменшення завад та поліпшення якості вихідного сигналу. Матеріалом чутливого елементу обрано сполуки $A^{II}B^{VI}$, зокрема CdTe-CdSe, ZnTe-ZnSe. Важливим також є цифрова обробка отриманих зображень.

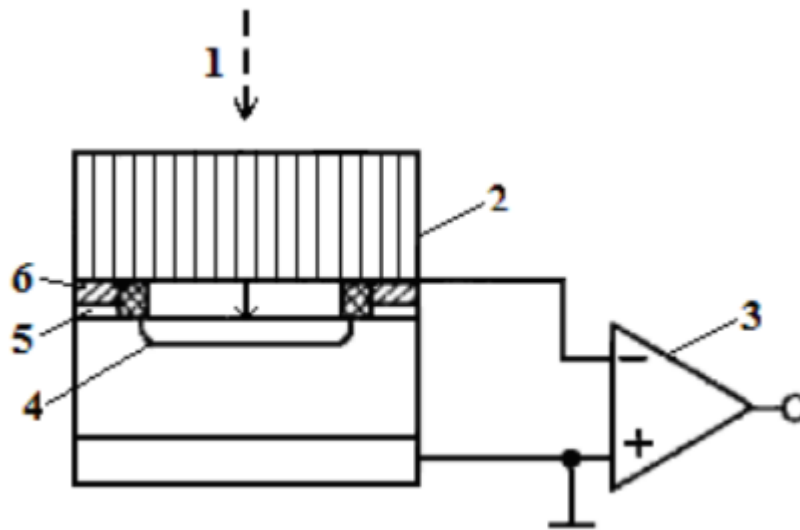


Рисунок 1 – Схема детектора «сцинтилятор – фотодіод»:
 1 – іонізуюче випромінювання; 2 – сцинтилятор; 3 – підсилювач;
 4 – p-n-перехід; 5 – SiO₂; 6 – металевий контакт

Сцинтилятор 2 перетворює іонізуюче випромінювання 1 у світлові фотони, що потрапляють на p-n-перехід 4 фотодіода. Фотодіод перетворює світловий потік в електричний сигнал, який після підсилення в підсилювачі знаходить на вихід детектора. Як фотоприймач у таких детекторах звичайно застосовують кремнієві або арсенід-галієві фотодіоди. Детектори «сцинтилятор-фотодіод» мають низку переваг: низька напруга живлення; невелика споживана потужність; малі габарити; мала чутливість до механічних, температурних і магнітних впливів.

У сфері сканування вантажу з метою безпеки аналіз тінювих зображень має величезний потенціал для покращення можливостей виявлення. Тінюві зображення, що утворюються, коли предмети вантажу перекривають шлях скануючого випромінювання, містять цінну інформацію про внутрішній склад і будову сканованих об'єктів. Використання методів обробки тінювих зображень і візуалізації може значно підвищити ефективність систем сканування вантажів, надаючи інформацію про приховані загрози, контрабанду та небезпечні матеріали.

Останні досягнення в області інтроскопії можливостей значно покращили можливості сканування вантажу. Ці технології дозволяють точніше ідентифікувати матеріали, дозволяючи операторам з більшою точністю відрізнити нешкідливий вантаж від потенційних загроз. Крім того, інтеграція штучного інтелекту та алгоритмів машинного навчання підвищила швидкість та ефективність сканування вантажів, зменшивши ймовірність помилкових тривог і покращивши загальні результати безпеки.



Рисунок 4 – Приклад використання аналізу тіньових зображень

Підсумовуючи, слід сказати, що детектори для сканування вантажу, особливо ті, що використовують інтроскопію та багатоенергетичні можливості, є важливим компонентом інфраструктури безпеки транспортування. Ці технології пропонують розширені можливості виявлення, необхідні для виявлення загроз і контрабанди, прихованих у вантажних відправленнях. Незважаючи на те, що проблеми залишаються, постійні інновації обіцяють подальше вдосконалення процесів сканування вантажів, зрештою покращуючи глобальну безпеку та сприяючи плавному перебігу міжнародної торгівлі.

Список використаних джерел:

1. Schotanus P., Dorenbos P., Ryzhikov V. Detection of CdS(Te) and ZnS(Te) scintillation light with silicon photodiodes // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 1992. –V.39. – P.546–550.
2. Електронні системи контролю якості та діагностики: навч. посіб. для студ. спеціальності 171 «Електроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л.Д. Писаренко, С.Р. Михайлов. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 200 с..
3. Галат, О.Б. Оптоелектроніка: навч. посібник / О.Б.Галат, Ю.О.Гордієнко, М.Г.Старжинський– Харків: Тов «Компанія СМІТ», 2010. – 198 с.
4. Галат А.Б., Черненко С.Ю., Бородин Б.Г. Анализ шумовых факторов полупроводниковых детекторов ионизирующего излучения // 3-я Международная научная конференция «Функциональная компонентная база микро-, опто- и наноэлектроники». Сб. науч. трудов. Харьков: ХНУРЭ, 2010. С. 294–296.