УДК 621.315.59

О.В. Маслов, д-р техн. наук, доц.,
С.В. Лєнков, д-р техн. наук, проф., О.В. Карпенко, здобувач

РОЗРОБКА ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТУ ДАТЧИКА ГАММА-ОПРОМІНЕННЯ НА ОСНОВІ МОНОКРИСТАЛІВ CdZnTe

У статті наведена розробка конструкції та технології виготовлення чутливого елементу датчика, що дозволяє підвищити методи енергетичного розрізнення CdZnTe за рахунок компенсації заряду, та дискримінації по тривалості фронту.

Ключові слова: датчик, блок детектування, спектр, доза опромінення.

The article describes the development of design and technology of the sensor construction, which can improve methods for energy distinction CdZnTe due to charge compensation and discrimination on the rise time.

Key words: sensor, detector unit, spectrum, radiation dose.

Вступ. Авторами статті достатньо в повній мірі проведені дослідження по управлінню властивостями монокристалів CdZnTe для їх використання в якості датчиків γ -випромінення [1-4]. У статті за мету поставлена розробка конструкції та технології виготовлення чутливого елементу датчика, що дозволить підвищити методи енергетичного розрізнення CdZnTe за рахунок компенсації заряду, та дискримінації по тривалості фронту й дасть можливість створення нової конкурентоспроможної продукції.

Основна частина. В даній роботі автори розглянули *дозиметричний блок детектування*. На рис. 1 наведена структурна схема першого варіанту дозиметричного блоку детектування з цифровим коригуванням "ходу з жорсткістю". Розроблений детектор за габаритами і вихідним сигналом сумісний з БДМГ-41. На рис. 2 показаний загальний вигляд макету зазначеного блоку детектування. Особливо слід зазначити, що всі елементи розміщені в серійному блоці БДМГ-41 [5].

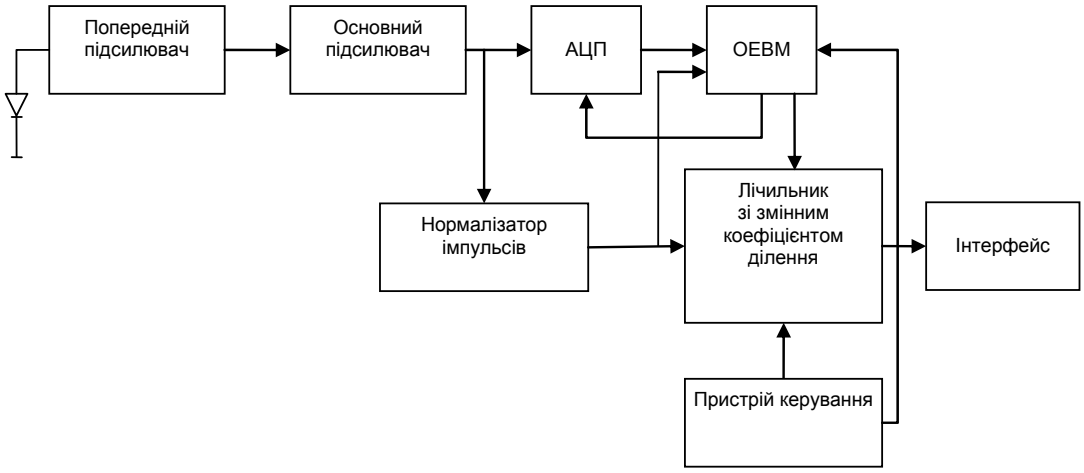


Рис. 1. Структурна схема блоку детектування на основі CdZnTe

При взаємодії іонізуючих випромінювань з матеріалом детектора на його виході з'являються імпульси негативної полярності з амплітудою сигналу, пропорційної поглиненої в кристалі енергії. Сигнал, що знімається з кристала детектора, надходить на попередній підсилювач (ПП), що представляє собою інтегратор. Далі сигнал посилюється в основному підсилювачі (ОП) до напруги, достатньої для роботи аналогового цифрового перетворювача (АЦП) і нормалізатора імпульсів. Аналоговий цифровий перетворювач входить до складу однокристальної мікро-ЕОМ, яка виконує роль аналізатора спектра і запрограмованої певним чином за спеціальним алгоритмом [5].

Також на обчислювальну електронно-вимірювальну машину (ОЕВМ) надходять імпульси з нормалізатора для визначення швидкості рахування. Обчислювальна електронно-вимірювальна машина, в свою чергу, керуючи лічильником зі змінним коефіцієнтом ділення (ЛЗКД), коригує енергетичну залежність чутливості CdZnTe-детектора. З виходу лічильника скориговані двійкові імпульси надходять на вузол інтерфейсу, який їх перетворює по тривалості й амплітуді, необхідної для роботи каналу АКРБ. Недоліком наведеного технічного рішення є невеликий динамічний діапазон вимірюваних значень потужності дози.



Рис. 2. Загальний вигляд блоку детектування на основі CdZnTe у конструктиві БДМГ-41

Крім того, цифрова обробка сигналу дозволяє реалізувати такі специфічні для CdZnTe методи поліпшення енергетичного дозволу, як дискримінація за тривалістю фронту, компенсація заряду.

Експериментально визначена максимальна потужність дози, яка дозволяє реалізувати зазначений алгоритм корекції, яка склала 100 Р/год з додатковою похибкою 10%. Вимірювання проводилися за допомогою устаткування, яке застосовується для повірки дозиметрів з використанням джерел ^{60} Co та ^{137} Cs. Максимальна потужність експозиційної дози (ПЕД), що забезпечу-

© Маслов О.В., Лєнков С.В., Карпенко О.В., 2012

ється обладнанням, дорівнює 100 Р/год. Результати вимірювань представлені на рис. 3 і рис. 4. Аналіз результатів показав, що навіть при ПЕД 100 Р/год є чіткий пік повного поглинання. Таким чином, можна реалізувати описаний алгоритм корекції. При цьому отримана в аналогічних перетвореннях швидкість рахунку при проведенні вимірювань на об'єктах ядерних технологій (ОЯТ) в реальному часі з високим вигорянням і витримкою 2 роки приблизно відповідає потужності дози 10 Р/год.

Аналогічні дослідження для детекторів на основі CdZnTe, виготовлених за іншою технологією, проведено провідними закордонними дослідниками [6-8]. В цілому отримані результати добре узгоджуються з наведеними на рис. 3 і рис. 4. Відмінність полягає в зміщенні піку повного поглинання в сторону менших енергій і деформації правої частини піку.

Виготовлення і дослідження експериментальних зразків. На енергетичне розрізнення детектора, і, відповідно на можливості застосування коригування вихідного сигналу, що визначає вплив, сприяють умови збору носіїв заряду. Були проведені експериментальні дослідження впливу напруги змішування на апаратурні спектри ^{137}Cs для детекторів в яких забезпечений переважний збір електронів (рис. 5, 6). На рис. 7 і 8 показано вплив конструкції електродів детектора на умови збору носіїв заряду і, таким чином, на апаратурний спектр.

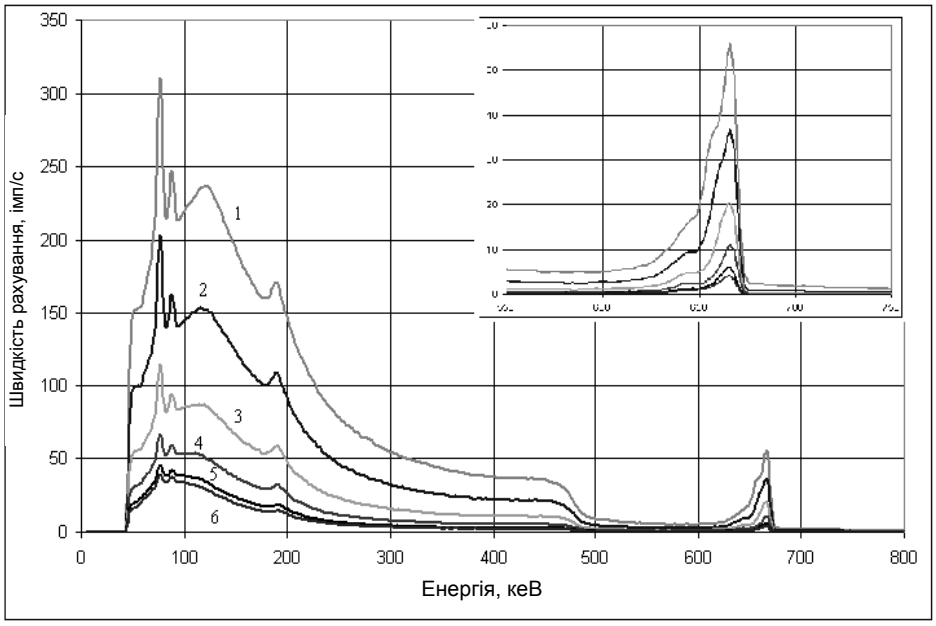


Рис. 3. Апаратурні спектри ^{137}Cs, виміряні при різних значеннях потужності експозиційної дози:
1 – ПЕД 10 Р/год, інтегральна загрузка (далі загрузка) 28180 $с^{-1}$; 2 – ПЕД 6 Р/год, загрузка 17596 $с^{-1}$;
3 – ПЕД 3 Р/год, загрузка 9410 $с^{-1}$; 4 – ПЕД 1,5 Р/год, загрузка 5268 $с^{-1}$; 5 – ПЕД 0,8 Р/год, загрузка 3346 $с^{-1}$;
6 – ПЕД 0,6 Р/год, загрузка 2766 $с^{-1}$

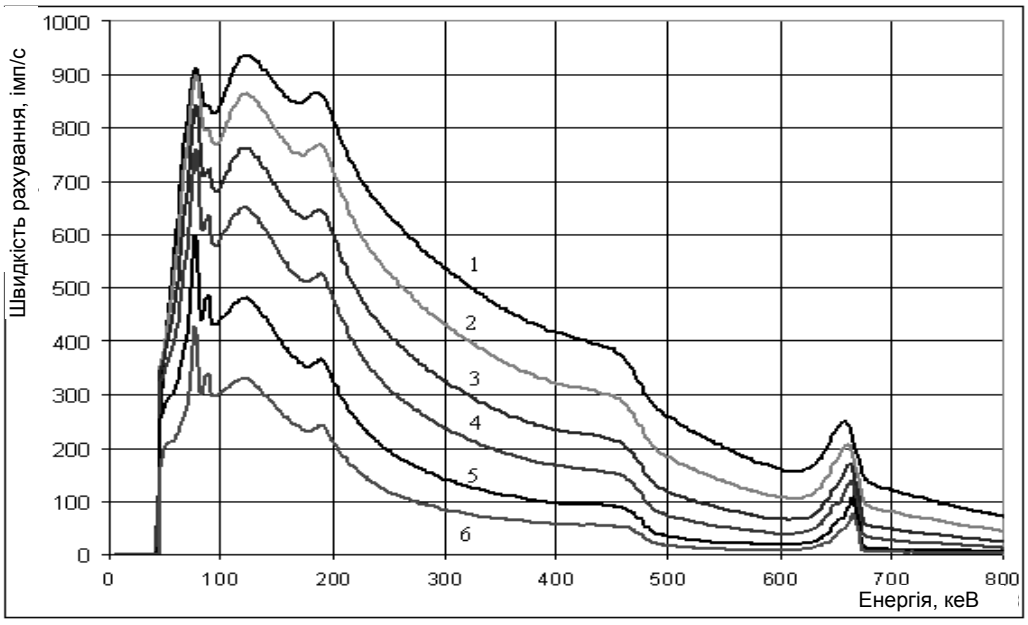


Рис. 4. Апаратурні спектри ^{137}Cs при різних ПЕД:
1 – ПЕД 100 Р/год, загрузка 193027 $с^{-1}$; 2 – ПЕД 80 Р/год, загрузка 159228 $с^{-1}$; 3 – ПЕД 60 Р/год, загрузка 125476 $с^{-1}$;
4 – ПЕД 40 Р/год, загрузка 97106 $с^{-1}$; 5 – ПЕД 25 Р/год, загрузка 63874 $с^{-1}$; 6 – ПЕД 15 Р/год, загрузка 40957 $с^{-1}$

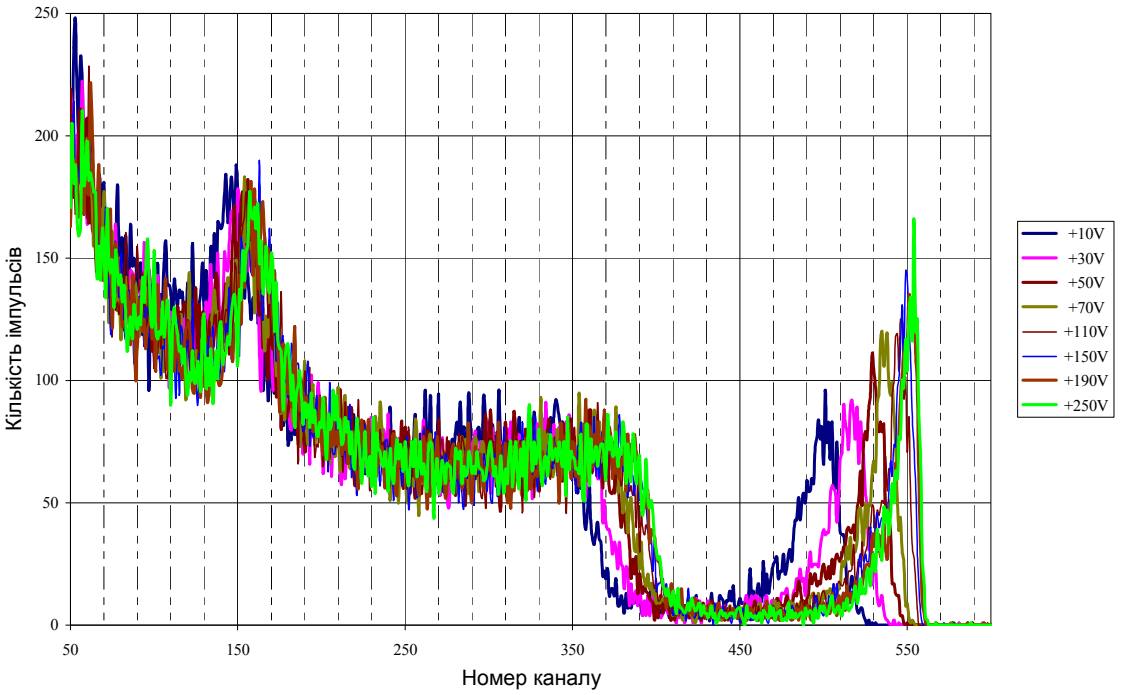


Рис. 5. Апаратурні спектри ^{137} Cs, виміряні при різних значеннях напруги зміщення (напруга підвищувалась)

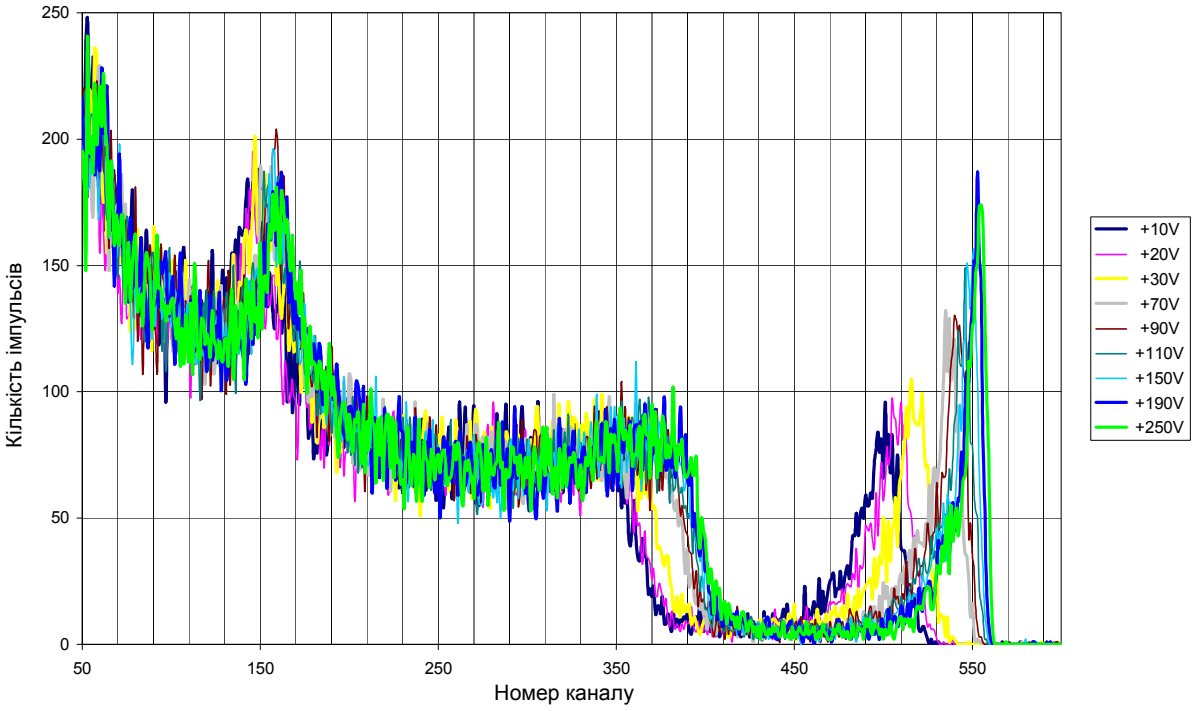
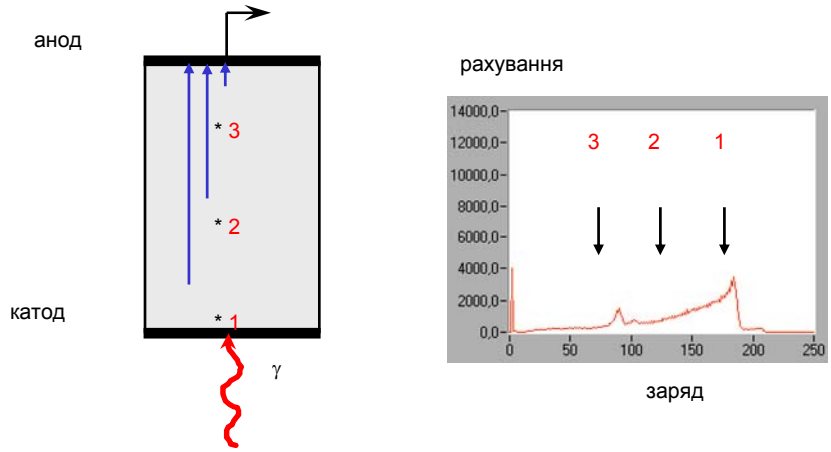
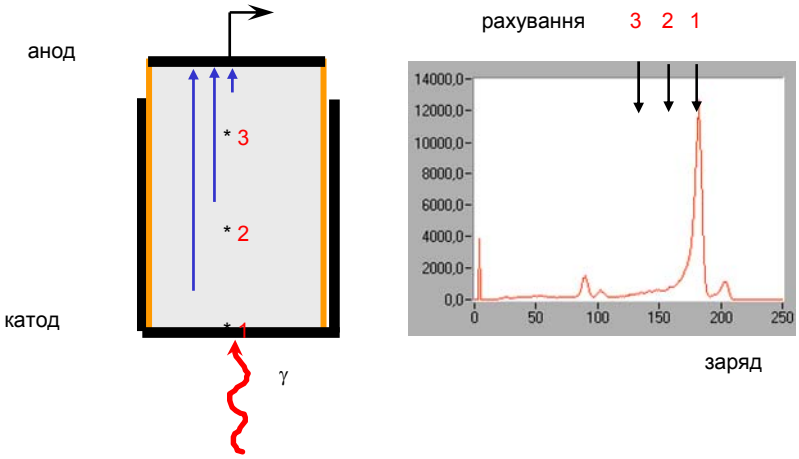


Рис. 6. Апаратурні спектри ^{137} Cs, виміряні при різних значеннях напруги зміщення (напруга знижувалась)

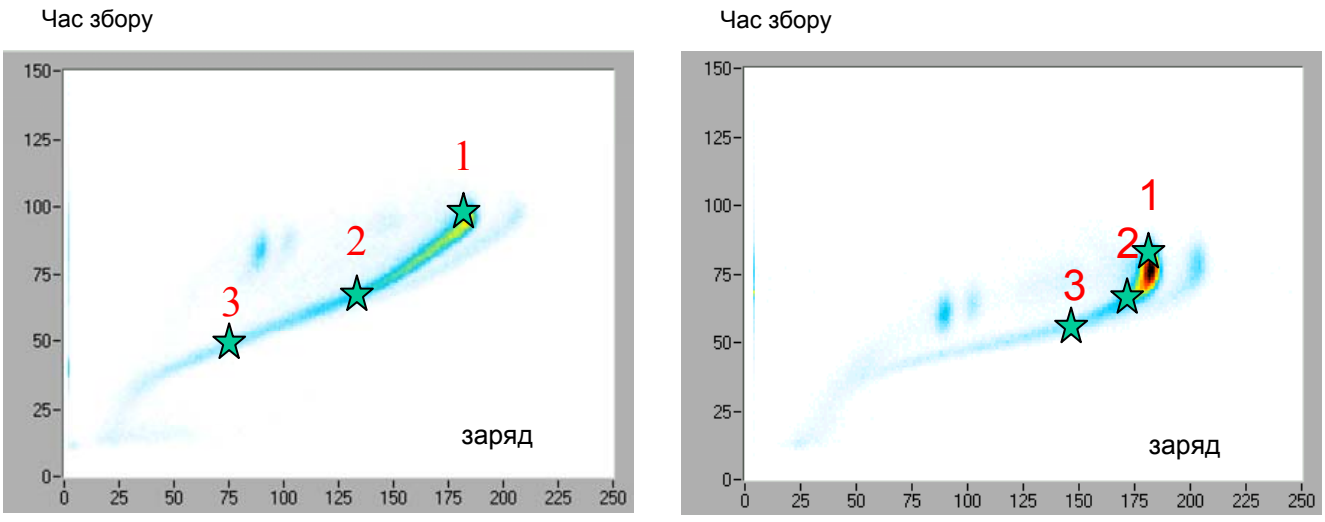


а)



б)

Рис. 7. Вплив виду контактів на апаратурний спектр: а – планарні контакти; б – контакти із квазісферичною геометрією та компенсацією поверхневих струмів витоку



а) б)

Рис. 8. Вплив топології контактів на залежність часу збору носіїв заряду і апаратурний спектр:
а – планарні контакти; б – контакти із квазісферичною геометрією та компенсацією поверхневих струмів витоку

Аналіз цих результатів показує, що є два різних, але взаємодоповнюючих способи покращення енергетичного дозволу детектора: оптимізація його конструкції, в першу чергу електродів, і відбір сигналу за часом наростання.

Висновки. Аналіз результатів дослідження показав, що:

- обґрунтовано електрофізичні параметри кристалів CdZnTe, що задовольняють вирішенню поставленого завдання. Кристали виготовлені заводом чистих металів (м. Світловодськ Кіровоградської обл.);
- виготовлені на основі таких кристалів 5 груп експериментальних елементів датчика гамма-випромінювання, ці групи відрізняються розмірами приймаючої площі, геометрією і топологією контактів;
- досліджено вплив розмірів кристала й геометрії контактів на чутливість, точність і можливості застосування первинного перетворювача.

1. Мокрицкий В.А., Ленков С.В., Маслов О.В., Савельев С.А. Обработка монокристаллов CdZnTe для применения в датчиках γ-излучения // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2001. – № 3. – С. 9–10. 2. Лєнков С.В., Банзак О.В., Карпенко О.В. Порівняльний аналіз методів отримання та управління властивостями телуридів цинку і кадмію // Нові технології. – Кременчук, – 2011. – № 4(34). – С. 3–10. 3. Маслов О.В., Банзак О.В., Карпенко А.В. Исследование увеличения эффективности датчиков гамма-излучения с использованием монокристаллов CdZnTe // Вісник інженерної академії України. – 2012. – № 1. – С. 143–145. 4. Маслов О.В., Банзак О.В., Карпенко А.В. Конструкторско-технологические методы усовершенствования датчиков гамма-излучения на основе монокристаллов CdZnTe // Вісник інженерної академії України. – 2012. – № 2. – С. 25–28. 5. Олейник С.Г., Маслов О.В., Максимов М.В. Анализ возможностей применения однотипных технических средств и методического обеспечения для контроля состояния ядерного топлива и ядерных материалов в реальном времени / Ядерная энергетика. – 2004, № 1. – С. 87–97. 6. J.M. Perez, Z. He, D.K. Wehe. Stability and Characteristics of Large CZT Coplanar Electrode Detectors // IEEE Trans. Nucl. Sci. – June 2001, vol. 48, No 3. – P. 272–277. 7. High Resolution CdTe Detector and Applications to Imaging Devices / Takahashi T., Watanabe S., Kouda M., Okada Y., Sato G., eds. // IEEE Trans. Nucl. Sci. – June 2001. – Vol. 48, No 3. – P. 287–291. 8. Evaluation of CZT crystals from the former Soviet Union / Hermon H., Schieber M., James R.B., Antolak A.J., Morse D.H., Brunett B., Hackett C., Tarver E., Komar V., Goorsky M.S., Yoon H., Kolesnikov N.N., Toney J. – 2000. – P. 136–151.

Надійшла до редколегії 06.02.12

УДК 005.03

А.А. Мочалов, д-р техн. наук, проф.,
А.А. Гайша, канд. техн. наук, доц., П.А. Степанов, асп.

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ НЕОБХОДИМОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ БЕЗОПАСНОСТИ

Проаналізовано можливі інформаційні загрози виникаючі в процесі роботи системи дистанційної освіти. Запропоновано механізм її захисту.

Ключові слова: менеджмент, інформаційні потоки, керування процесами, дистанційна освіта.

The possible threats of the information arising in the process of distance education are analysed. Mechanism of its protection is offered.

Keywords: management, clearing flows, office of the process, distance education.

Введение. В наше время всё большее распространение в сфере образования, за счёт присущих только ей качеств, приобретает дистанционное образование (ДО) [1]. Параллельно актуализируется проблема защиты информационных потоков, которые несут конфиденциальную информацию и принадлежат системе ДО или направлены к ней. Существующие же решения [2, 3, 5] способны лишь частично осуществлять эту задачу.

Анализ последних исследований и публикаций в этом направлении показывает, что наиболее эффективным подходом является построение системы управления информационными потоками (ИП) на основе разделенной иерархии целей её работы [1-3, 5]. Возьмём его принципы за основу.

Цель работы. Целью работы является создание структуры системы, позволяющей должным образом контролировать информационные потоки, циркулирующие в системе ДО, и защищать её от произвольных информационных атак.

Изложение основного материала. На текущий момент различают два ключевых вида угроз, которые могут повлиять на финальный уровень знаний у обучаемых и на работоспособность системы. Среди них:

- внешняя угроза – дистанционное воздействие злоумышленника, направленное на создание возможности неправомерного проникновения в систему;
- внутренняя угроза – неправомерное введение злоумышленником инородного ИП внутрь информационной системы в обход внешних систем защиты.

При этом, чтобы быть рентабельной и конкурентоспособной, любая система должна обладать следующими качествами:

- оперативно и качественно обрабатывать все ИП, циркулирующие как в самой системе, так и вне её;
- обеспечивать непрерывный и стабильный цикл работы системы;
- обеспечивать конфиденциальность циркулирующей информации.

Опираясь на предъявляемые требования, была разработана структура, приведенная на рис.1, которая позволяет их реализовать в полном объеме.

© Мочалов А.А., Гайша А.А., Степанов П.А., 2012