

УДК 504.064.3

**Гончаренко Ю.Ю.,**к.т.н, доцент, кафедра інформаційної безпеки,  
Севастопольський національний університет  
ядерної енергії та промисловості;**Дівізінюк М.М.,**д.ф-м.н, професор, заступник директора,  
ДУ «Інститут геохімії навколишнього  
середовища НАН України»;**Фаррахов О.В.,**науковий співробітник,  
ДУ «Інститут геохімії навколишнього  
середовища НАН України»;**Фурсенко О.М.,**к.т.н., докторант,  
ДУ «Інститут геохімії навколишнього  
середовища НАН України»

### **СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВИЯВЛЕННЯ НИЗЬКО АКТИВНИХ ІЗОТОПІВ, ЯК ЗАСІБ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

*Анотація.* В роботі розглядаються специфічні вимоги для розробки систем радіаційного моніторингу які призначені для виявлення низькоактивних ізотопів, що представляють замасковані ядерні і радіоактивні матеріали, які не санкціоновано переміщуються через пункти пропуску підприємств і кордон держави.

*Ключові слова:* система моніторингу, радіоактивність, ядерний тероризм, надзвичайна ситуація, дозиметр.

**Гончаренко Ю.Ю.,**к.т.н., доцент, кафедра информационной безопасности,  
Севастопольский национальный университет  
ядерной энергии и промышленности;**Дивизинюк М.М.,**д.ф-м.н, профессор, заместитель директора,  
ГУ «Институт геохимии окружающей  
среды НАН Украины»;**Фаррахов О.В.,**научный сотрудник,  
ГУ «Институт геохимии окружающей  
среды НАН Украины»;**Фурсенко О.М.,**к.т.н., докторант,  
ГУ «Институт геохимии окружающей  
среды НАН Украины»

### **СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ВЫЯВЛЕНИЯ НИЗКОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ, КАК СРЕДСТВО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

*Аннотация. В работе рассматриваются специфические требования для разработки систем радиационного мониторинга предназначенных для выявления низкоактивных изотопов представляющих замаскированные ядерные и радиоактивные материалы, несанкционированно перемещаемые через пункты пропуска предприятий и государственную границу.*

*Ключевые слова: система мониторинга, радиоактивность, ядерный терроризм, чрезвычайная ситуация, дозиметр.*

**Yu. Goncharenko,**

Ph.D., associate professor, department of information security,  
Sevaltopol National University of Nuclear Energy and Industry;

**M. Diviziniuk,**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences,  
Professor, Deputy Director,  
State Institution «Institute of Environmental  
Geochemistry of the NAS of Ukraine»;

**O. Farrakhov,**

research worker,  
State Institution «Institute of Environmental  
Geochemistry of the NAS of Ukraine»;

**O. Fursenko,**

Ph.D., doctoral,  
State Institution «Institute of Environmental  
Geochemistry of the NAS of Ukraine»

## **MONITORING SYSTEMS FOR LOW-LEVEL RADIOACTIVE ISOTOPES IDENTIFYING AS A MEANS OF EMERGENCIES PREVENTING**

*Abstract. The paper deals with specific requirements for the development of radioactive monitoring systems pointed at the detection of low-level radioactive isotopes. These isotopes are for the masking of nuclear and radioactive materials, illegally transferred through checkpoints of the enterprises and the state border.*

*Keywords: system monitoring, radioactivity, nuclear terrorism, state of emergency, the dosimeter.*

**Вступ.** Запобігання надзвичайним ситуаціям терористичного характеру було, є та у осяжному майбутньому будуть залишатись актуальною науково-практичною задачею, яка стоїть перед всіма державами світу [1]. Однією з найбільш небезпечних форм тероризму – це ядерний тероризм, який проявляється у застосуванні або у загрозі застосування ядерних матеріалів і радіоактивних речовин у вигляді брудних бомб, радіоактивного забруднення громадських місць і дільниць масового скупчення населення, а також в інших формах [2,3]. Україна у цьому відношенні є унікальним місцем для розкрадання ядерних та радіоактивних матеріалів. Крім діючих ядерних реакторів на території України знаходяться закрита Чорнобильська АЕС, радіоактивні відвали Східного гірничозбагачувального комбінату та ін. [4]. Ця потенційна

небезпека потребує створення спеціалізованих засобів контролю – систем радіоактивного моніторингу, які є превентивним засобом запобігання надзвичайних ситуацій терористичного характеру з використанням ядерних та радіоактивних матеріалів.

Для розробки цих систем є теоретичні [7] і практичні [8] напрацювання.

**Постановка мета і завдання наукового дослідження.** Метою даної роботи є розробка специфічних особливостей при розробці систем моніторингу виявлення низькоактивних ізотопів, які використовуються на контрольно-перепускних пунктах підприємств і в пунктах пропуску через кордон в інтересах запобігання надзвичайних ситуацій терористичного характеру.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд завдань. Перша – проаналізувати існуючі системи радіаційного моніторингу ядерних і радіоактивних матеріалів. Друга – сформулювати вимоги до систем моніторингу нового покоління. Третя – визначити специфіку виявлення низько активних матеріалів.

**Сучасний стан систем контролю об'єктів з ядерними та радіаційними матеріалами. Порівняння технічних характеристик світових систем моніторингу.** В рамках виконання Програми «Друга лінія оборони» - протидії незаконному зверненню радіоактивних матеріалів і ядерної контрабанди, яка є органічним доповненням Програми «Перша лінія оборони» для виявлення можливої ядерної контрабанди були встановлені портальні радіаційні монітори в аеропортах, морських портах і транспортних магістралях в більш ніж 25 країнах - Росії, Грузії, Киргизстані, Вірменії, Туреччині, Казахстані, в центральній і південній Азії та ін.

З врахуванням специфіки транспортних потоків, географічних особливостей і інших конкретних умов, властивих будь-якій країні, державними організаціями США розробляється нова концепція багатобар'єрного захисту - система «Глобального ядерного виявлення». В рамках нової стратегії Програма «Друга лінія оборони» доповнюється іншими ініціативними державними програмами США - «Безпека контейнерних перевезень», «Контроль Мегпортов» та ін.

З відповідних рекомендацій Міжнародного агентства з ядерної енергії (МАГАТЕ) випливає, що проведення радіаційного контролю, як правило, здійснюється в конкретних (детермінованих) умовах, фіксованій геометрії виміру, можливістю багатократного повторення процедури виміру. Обмеження, що накладаються на точність і достовірність виміру, час і умови виміру, час аналізу радіоактивного випромінювання визначають необхідні технічні характеристики вимірної апаратури. Стаціонарні портальні радіаційні монітори (СПРМ), що випускаються на даний момент мають порівняльні технічні характеристики, представлені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1 - Технічні характеристики порталних моніторів країн Співдружності незалежних держав

Тип пристрою, фірма-виробник	Випромін., що реєструється	Діапазон енергії, кеВ	Чутлив.	Час вим., с	Частота помил. спрац.
СМГИ-3,01 НДПТ Росія	гамма	0,15 - 0,21	(3Г <sup>235</sup> U)	0,5	1/1000
СМГИ-3,03 НДПТ Росія	гамма	0,15 - 0,21	(3Г <sup>235</sup> U)	0,5	1/1000
ППМ-КИ-01S «Курчатовский институт» Росія	гамма	0,03 -3,0	(10Г <sup>235</sup> U 0,3Г <sup>239</sup> Pu)	0,6	1/3000
PM-5000, СП «Полимастер» Республіка Білорусь	гамма	-	(10Г <sup>235</sup> U 0,3Г <sup>239</sup> Pu)	0,6	Не виключена
КПРМ-П1 ВНДИЕФ, Росія	гамма	-	(10Г <sup>235</sup> U 0,3Г <sup>239</sup> Pu)	(1-10)	1/1000

Таблиця 2 - Технічні характеристики порталних моніторів закордонного виробництва

Тип пристрою, фірма-виробник	Випромін., що реєструється	Діапазон енергії, кеВ	Чутлив.	Час вим., с	Частота помил. спрац.
PM-6, Eberlinene	бета, гамма	-	50 нКи, 14 нКи	0,4, 5	-
PM-7, Eberlinene	гамма	-	100 нКи ( <sup>60</sup> Co)	0,4	-
PPM-1, Eberlinene	гамма	-	200 нКи ( <sup>137</sup> Cs)	до 10	-
TRM-903 , TSA Systems, USA	гамма	0,6-2,0	1 мкКи ( <sup>137</sup> Cs)	<1	-
PM-700, PM-700HS, NSA Systems, USA	гамма	0.04-2.0	(10 г <sup>235</sup> U, 0.3 г <sup>239</sup> Pu)	0.5	1/1000
PM-701, TSA Systems, USA	гамма	0.04-2.0	(10Г <sup>235</sup> U, 0.3Г <sup>239</sup> Pu)	0.5	1/1000

SPM-904, TSA Systems, USA	гамма	-	(10 г $^{235}\text{U}$ , 0,3 г $^{239}\text{Pu}$ )	0,75, 10	1/1000
JPM-21, JPM-22, JPM-41, Canberra, Nuclear, USA	гамма, нейтрони	-	(10 г $^{235}\text{U}$ , 0.3 г $^{239}\text{Pu}$ )	0.5	1/4000
JPM-21AA, Canberra, Nuclear, USA	гамма	-	(10г $^{235}\text{U}$ , 0.3г $^{239}\text{Pu}$ )	0.5	1/2100
НТМ 950, Прибори ОУ, Фінляндія	гамма	-	(10 г $^{235}\text{U}$ , 0.3 г $^{239}\text{Pu}$ )	0.5	1/200
КЕВ 950bc, Прибори ОУ, Фінляндія	гамма	-	(6 г $^{235}\text{U}$ )	0.5	1/1000

В разі перевищення порогового рівня випромінювання, при проведенні радіаційного контролю СПРМ, за допомогою портативних приладів, дозиметрів-радіометрів визначають локалізацію і проводять ідентифікацію ядерних матеріалів на основі виміряного спектру. Рекомендовані параметри, які повинні мати апарати для локалізації і ідентифікації джерел, приведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Критерії МАГАТЕ для портативних дозиметрів

Функція	Технічні характеристики
Гамма чутливість	Підвищення потужності дози на 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ ( $^{137}\text{Cs}$ ) за 3 с. при значенні фону 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ викликає спрацьовування сигналу тривоги в діапазоні енергій 0.06-1.5 MeV
Нейтронна чутливість	ІТРАР контрольне джерело ( $^{252}\text{Cf}$ ) експоноване на відстані 25см протягом 10с. викликає спрацьовування сигналу тривоги
Індикація потужності дози	$\pm 30\%$ точність відгуку при використанні джерела $^{137}\text{Cs}$ при верхніх і нижніх значеннях діапазону
Вірогідність виявлення	$\geq 90\%$ ; $\leq 100$ помилок в 10000 випробувань з використанням джерела $^{137}\text{Cs}$ при певному порозі чутливості
Відсоток помилкових спрацьовувань	$\leq 1$ помилкових спрацьовувань в хвилину при 0.2 $\mu\text{Sv/h}$ ( $^{137}\text{Cs}$ ) при визначаному порозі спрацьовування
Розпізнавання ізотопів	Бажано, але не обов'язково
Інтервал температур	От -15 до +45 $^{\circ}\text{C}$ при використанні відомого джерела спрацьовує при екстремальних температурах
Діапазон вологості	$> 95\%$ RH; спрацьовує при використанні джерела $^{137}\text{Cs}$ при $> 95\%$ RH за 30 хв.
Час роботи від батарей	$> 12$ годин без включення сигналу тривоги $> 3$ годин в разі спрацьовування сигналу тривоги

Аналіз випромінювання з використанням сучасних переносних приладів може займати досить тривалий час (години) і мати значну помилку виміру. У пошуковому режимі прилади сигналізують про перевищення сумарної швидкості підрахунку над фоновими значеннями.

Таким чином апаратна база вітчизняного і закордонного виробництва технічно недосконала при детектуванні радіоактивних матеріалів з близькофоновими значенням інтенсивності випромінювання.

**Вимоги до систем контролю нового покоління.** Як показує аналіз світового досвіду, вирішення проблеми контролю об'єктів з ядерними та радіаційними матеріалами вимагає створення багатобар'єрної системи радіаційного моніторингу. Використовуючи підходи загальної теорії моніторингу, доцільна диференціація відповідних систем на об'єктові, регіональні і глобальні. Принципи, що закладаються в основу створення таких систем, повинні носити універсальний характер і бути застосовними для запобігання неконтрольованому переміщенню будь-яких джерел іонізуючого випромінювання, зокрема штучного, аварійного і природного походження. Ці ж принципи повинні забезпечувати критерії, яким, у свою чергу, повинні відповідати характеристикам технічних засобів, що застосовуються для радіаційного контролю.

Для досягнення поставленої мети найбільш оптимальним і придатним з точки зору ефективності, інформаційної достатності, оперативності, надійності функціонування, гнучкості і живучості є застосування ідеології побудови розподіленої системи відкритої архітектури на основі адаптивних інтегрованих систем радіаційного моніторингу. Серед основних вимог, яким повинна відповідати система, виділяються адаптивність і інтегрованість як сукупність технічних і організаційних заходів, які дозволяють оперативно змінювати організацію проведення моніторингу і режими роботи її складових, а з найбільш важливих критеріїв необхідно задовольняти наступним: інформаційна достовірність і достатність, що визначається кількістю і якістю вимірюваних системою параметрів. Достовірність впливає на такий важливий параметр, як цінність інформації і можливість досягнення мети, тобто безпосередньо пов'язана з ефективністю системи і правильністю статистичних висновків. У разі безперервного, періодичного або кризового (аварійного) радіаційного моніторингу до інформаційного забезпечення, направлено на виявлення несанкціонованого переміщення радіаційних матеріалів, а також визначення ступеня радіоактивного забруднення навколишнього середовища і населення, у разі проведення радіологічного терористичного акту, пред'являються особливо жорсткі вимоги щодо правильності оцінки радіаційної обстановки. Система повинна вимірювати мінімальну кількість параметрів, характерних ознак процесу, що аналізується, яка забезпечує достатню кількість інформації для подальшого аналізу і обробки даних про радіаційні поля, мати вбудовані алгоритми для компенсації

інструментальних, методичних і початкових погрешностей. Для підвищення достовірності результатів оцінки радіаційної обстановки на всіх етапах проведення заходів щодо виявлення, локалізації, ідентифікації і вимірювання радіаційних матеріалів та ДІВ необхідно застосовувати методи, засновані на концепції оптимального використання експериментальних даних, гібридного моніторингу і вибору оптимальних моделей.

Адаптивність, що визначається як вибір певної структури на основі прийнятних техніко-економічних критеріїв оптимальності з метою компенсації інформативної апріорної невизначеності, що виникає при аналізі радіаційних полів в складних умовах, що змінюються. Реальні умови застосування системи повинні передбачати їх експлуатацію в різних невизначених умовах, істотної зміни динамічних характеристик як об'єкту, що аналізується, так і середовища. Це допускає використання в автоматизованій системі контролю регульованих алгоритмів функціонування всієї системи і її складових на різних рівнях (програмно-керований детектуючий модуль, система верхнього рівня аналізу, обробки і представлення інформації).

Оперативність, що визначається як максимально висока швидкість реагування системи на аномальні значення радіаційної обстановки, швидкість передачі інформації, час отримання кінцевого результату вимірювання, час автоматичного переходу в різні режими функціонування.

Інтегрованість, що визначається як можливість інтеграції в різні інформаційно-вимірювальні системи стеження.

Система повинна забезпечувати синтез оптимальних, алгоритмів виявлення, вимірювання, аналізу і обробки даних про динаміку зміни радіаційних полів. Синтезовані алгоритми повинні забезпечувати якнайкращу якість вимірювання і обробки сигналів з детектора випромінювання при будь-яких фактичних значеннях параметрів сигнально-запобіжного стану, володіти стійкістю до їх змін, автоматично підстроювати технічні системи, в яких вони реалізовані, для отримання максимальної ефективності.

Рішення цих задач можливе за допомогою дистанційних засобів радіаційного контролю: забезпечення оперативного радіаційного контролю транспортних засобів (автомобілі, поїзди, контейнери і т. д.); забезпечення оперативної перевірки людського потоку в динамічному і стаціонарному режимі; забезпечення оперативного радіаційного контролю вибраних стаціонарних об'єктів, будівель, приміщень, місць загального користування; забезпечення безперервного скритного радіаційного контролю і стеження в певних місцях, які мають ознаки погроз у всіх середовищах (на суші, воді або в повітрі) і можуть бути використані при організації або проведенні терористичних актів.

Складові автоматизованої системи контролю повинні вести

спостереження за територією і об'єктами в жорстких кліматичних, несприятливих і замаскованих умовах, в умовах дії інтенсивних перешкод, експлуатуватися достатньо тривалий термін без обслуговування.

Принципи побудови системи дозволяють проводити організаційне і структурне її удосконалення залежно від зміни погроз, завдань і умов діяльності, без порушень умов функціонування всієї системи.

Таким чином на системи моніторингу накладаються наступні вимоги: пошук і виявлення радіаційних матеріалів повинне здійснюватися в режимі реального часу в будь-яких несприятливих умовах з високою вірогідністю, мінімальним часом спостереження об'єктів, як правило при одноразовому режимі спостереження, а також при можливому транспортуванні радіаційних матеріалів з великою швидкістю; ідентифікація типу радіаційних матеріалів в невизначених умовах на нерухомих і рухомих, точкових і протяжних, замаскованих об'єктах тіньовим захистом, або дозволеними до використання радіаційних матеріалами і ДІВ; оперативна оцінка і визначення активності радіаційних матеріалів об'єктів, транспортних засобів і т. д. за невизначених умов, обмеженому часі спостереження.

**Специфіка виявлення низькоактивних матеріалів.** Низька ефективність застосування стандартних технічних засобів та методів контролю радіаційного стану, збирання та обробки даних, потребує нового підходу до вирішення проблеми радіаційного контролю за допомогою сучасної «інтелектуальної» апаратури. При цьому на технічні засоби та методологію проведення радіаційного контролю накладаються специфічні вимоги, обумовлені в першу чергу можливістю виявлення замаскованих радіоактивних матеріалів (екранування поглинає випромінювання речовиною), так і замаскованих під звичайні будівельні матеріали або калійні добрива з підвищеним фоном. Проблема ускладнюється необхідністю проведення в режимі реального часу контролю швидко переміщуються вантажів на транспортних магістралях, радіоактивних речовин з невідомим радіонуклідним складів в різних умовах для запобігання несанкціонованого поведіння з радіоактивними матеріалами.

Сутність методу детектування низькоактивних речовин зводиться до усереднення обмеженої кількості реалізацій широкосмугового спектра, що детектується за достатньо короткий проміжок часу. В деяких випадках цей проміжок часу призначають таким чином, щоб подія детектування (випромінювання та його обробка) відбувається у реальному масштабі часу. Широкосмуговий спектр розбивається на вузькі смуги та усереднюється за кінцевим числом реалізацій які відбуваються у цих вузьких смугах. Коливання інтенсивності спектру за енергією відбувається хаотичним чином і навіть кінцеве її усереднення залишається приблизно на одному і тому ж рівні, що характерно для кожної вузької смуги.



Низькоактивне джерело, як будь-яке інше джерело випромінювання, має характерний індивідуальний екстремум, який за своїм значенням нижче, а іноді і набагато нижче з фон вимірювання. Але при кожній реалізації в стахостичному вимірюванні на одному і тому ж значенні енергії буде додаватись постійна складова, яка буде виділятися при усередненні отриманих результатів.

Таким чином, фізична модель виділення низькоактивних джерел складається з вузькосмугового стробування широкосмугового спектру, що детектується, та усереднення кінцевого числа реалізацій які були виміряні, та виділеній систематичній складовій від низькоактивного джерела зі стахостичних флуктуацій фону.

**Висновки.** Апаратна база вітчизняного і закордонного виробництва технічно недосконала при детектуванні радіоактивних матеріалів з близькофоновими значенням інтенсивності випромінювання.

На системи моніторингу накладаються наступні вимоги: пошук і виявлення радіаційних матеріалів повинне здійснюватися в режимі реального часу в будь-яких несприятливих умовах з високою вірогідністю, мінімальним часом спостереження об'єктів, як правило при одноразовому режимі спостереження, а також при можливому транспортуванні радіаційних матеріалів з великою швидкістю; ідентифікація типу радіаційних матеріалів в невизначених умовах на нерухомих і рухомих, точкових і протяжних, замаскованих об'єктах тіньовим захистом, або дозволеними до використання радіаційними матеріалами і ДІВ; оперативна оцінка і визначення активності радіаційних матеріалів об'єктів, транспортних засобів і т. д. за невизначених умов, обмеженому часі спостереження

Запропонована фізична модель виділення низькоактивних джерел іонізуючого випромінювання складається з вузькосмугового стробування широкосмугового спектру, що детектується та усереднення кінцевого числа реалізацій які були виміряні та виділені систематичної складової від низькоактивного джерела зі стахостичних флуктуацій фону.

***Використані джерела інформації:***

1. Laguer W. Reflection on Terrorism / Foreign Affairs Fall, 1986. - V.65. - №1. - P.86 – 101.
2. Wilkinson P. Political Terrorism. N.Y. John Willey & Sons. 1974. – 159p.
3. Ліпкон В.А. Боротьба з тероризмом / В.А. Ліпкон, Д.Й. Никифорчук, М.М. Руденко. – К.:Знання України, 2002. – 254с.
4. Крупка Ю.М. Відшкодування ядерної шкоди . Міжнародні і національні аспекти / Ю.М. Крупка. Монографія. – К.: Фенікс, 1999. – 200с.
5. Азаренко Е.В. Оценка эффективности управления чрезвычайной ситуацией / Е.В. Азаренко, Ю.В. Брословскаий, Ю.Ю. Гончаренко и др. // Сборник научных трудов СНУЯЭиП. – Вып. 2(38). – Севастополь: СНУЯЭиП, 2011. – С.239 – 245.
6. Гончаренко Ю.Ю. Обоснование требований к системам поддержки принятия решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций на рейдах морских портов /

- Ю.Ю. Гончаренко, Л.В. Третьякова, А.Н. Фурсенко и др. // Сборник научных трудов СНУЯЭиП. – Вып. 1(33). – Севастополь: СНУЯЭиП, 2010. – С.215 – 218.
7. Гончаренко Ю.Ю. Математическая модель выявления низкоактивного ионизирующего гамма-излучения // Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк, А.В. Фарахов // Збірник наукових праць «Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України». – Харків:ХУПС ім. Івана Кожедуба, 2014, - №4(17). – С.100 – 103.
8. Гончаренко Ю.Ю. Виявлення нестаціонарних джерел радіоактивного випромінювання шляхом застосування інформаційного методу / Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дівізінюк, Ю.Л. Забулонов та ін. // Науково-технічний журнал «Сучасний захист інформації». Київ: ДУІКТ, 2011, - №2. – С.100 – 106.

### *References:*

1. Laguer W. Reflection on Terrorism / Foreign Affairs Fall, 1986. - V.65. - №1. - P.86 – 101.
2. Wilkinson P. Political Terrorism. N.Y. John Willey & Sons. 1974. – 159p.
3. Lipkon V.A. Borotba z terorizmom / V.A. Lipkon, D.Y. Nikiforchuk, M.M. Rudenko. – K.:Znannya Ukraini, 2002. – 254s.
4. Krupka Yu.M. Vidshkoduvannya yadernoy shkodi . Myzhnarodni i natsionalni aspekti / Yu.M. Krupka. Monografiya. – K.: Feniks, 1999. – 200s.
5. Azarenko E.V. Otsenka effektivnosti upravleniya chrezvyichaynoy situatsiey / E.V. Azarenko, Yu.V. Broslovskaiy, Yu.Yu. Goncharenko i dr. // Sbornik nauchnyih trudov SNUYaEiP. – Vyip. 2(38). – Sevastopol: SNUYaEiP, 2011. – S.239 – 245.
6. Goncharenko Yu.Yu. Obosnovanie trebovaniy k sistemam podderzhki prinyatiya resheniy po predotvrascheniyu chrezvyichaynyih situatsiy na reyдах morskikh portov / Yu.Yu. Goncharenko, L.V. Tretyakova, A.N. Fursenko i dr. // Sbornik nauchnyih trudov SNUYaEiP. – Vyip. 1(33). – Sevastopol: SNUYaEiP, 2010. – S.215 – 218.
7. Goncharenko Yu.Yu. Matematicheskaya model vviyavleniya nizkoaktivnogo ioniziruyushego gamma-izlucheniya // Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk, A.V. Farrahov // Zbirnik naukovih prats «Nauka i tehnika Povitryanih Sil Zbroynih Sil Ukraini». – HarkIv:HUPS Im. Ivana Kozheduba, 2014, - #4(17). – S.100 – 103.
8. Goncharenko Yu.Yu. Viyavlennya nestatsionarnih dzherel radioaktivnogo viprominyuvannya shlyahom zastosuvannya informatsiynogo metodu / Yu.Yu. Goncharenko, M.M. Divizinyuk, Yu.L. Zabulonov ta in. // Naukovo-tehnichniy zhurnal «Suchasniy zahist informatsiyi». Kyiv: DUIKT, 2011, - #2. – S.100 – 106.

Рецензент: Дубко В.О.