

## АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ГАМА–ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ПРИЙМАЧІ АТМОСФЕРНО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет  
<sup>2</sup>Державний університет телекомунікацій

s19641011@ukr.net

blasennij@ukr.net

### **Вступ**

Використання атмосферно-оптичних ліній зв'язку (АОЛЗ) незважаючи на залежність працездатності лінії зв'язку від зовнішніх факторів мають і переваги: високі швидкості передачі, відсутність частотного ліцензування, швидкість організації каналу, що дозволяє їм зайняти своє місце в системі передачі інформації [1].

Одним з факторів зовнішнього середовища, що може значно вплинути на ефективність застосування АОЛЗ може бути радіоактивне випромінювання, сформоване різними джерелами та явищами. До яких слід віднести також наслідки техногенних аварій на об'єктах ядерної енергетики.

Відповідно, вплив вказаного випромінювання потребує оцінки та подальшого врахування.

На сьогодні цілісні алгоритми оцінки впливу радіоактивного випромінювання на пристрої АОЛЗ оцінюють в основному вплив радіаційних дефектів в елементній базі на ефективність її застосування по впливу проникаючої радіації ядерного вибуху [2-4]. Отже, дані алгоритми потребують вдосконалення для оцінки впливу на АОЛЗ ймовірних наслідків техногенної аварії. Виходячи з цього, виникає потреба в проведенні досліджень та розробці цілісного алгоритму, який повинен забезпечити оцінку впливу характеристик радіоактивного випромінювання на приймачі вхідного сигналу атмосферно-оптичних ліній зв'язку.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Аналіз існуючих алгоритмів врахування радіоактивного випромінювання, як наслідку техногенної катастрофи і оцінки їхнього впливу на елементи та прилади систем зв'язку дозволив виявити недоліки, основні з яких це:

- відсутність обліку часової моделі розвитку ймовірної аварії;
- відсутність прогнозування наслідків техногенної катастрофи;
- складність оцінки кількісних показників суміші радіоактивних речовин ймовірного аварійного викиду;
- складність визначення потужності і дози радіоактивного випромінювання без врахування характеристик радіоактивного випромінювання, сформованого безпосередньо сумішшю радіоактивних речовин;
- відсутність обліку характеристик взаємодії газоподібних і мілкодисперсних твердих радіоактивних речовин із поверхнею АОЛЗ.

Крім того необхідно врахувати що в існуючих алгоритмах [4-5] відсутня оцінка впливу радіоактивного випромінювання, як наслідку техногенної катастрофи, на АОЛЗ.

Існуючі алгоритми не дозволяють в повному обсязі вирішити наукову задачу по оцінці впливу радіоактивного випромінювання на приймачі АОЛЗ, як основи для розробки рекомендацій направлених на збереження значень виявляючої здатності

приймачів в умовах впливу радіоактивного випромінювання.

Рішення такої задачі представляється можливим у випадку створення алгоритму, який би враховував етапність і тривалість формування зони радіоактивного зараження, агрегатний склад суміші радіонуклідів аварійного викиду, енергетичні й активнісні характеристики цієї суміші і характеристики адсорбційно-десорбційної взаємодії суміші радіоактивних речовин з поверхнями складових АОЛЗ.

### Постановка завдання

Проведений аналіз [5-7] показав що технічний стан приймача АОЛЗ в умовах впливу радіоактивного випромінювання буде визначати загальний технічний стан та шумові характеристики АОЛЗ.

На основі аналізу процесу формування радіаційних ефектів в напівпровідникових приладах визначено [9-11], що оцінка впливу радіоактивного випромінювання на працездатність приймачів АОЛЗ повинна базуватися на результатах експериментальних досліджень впливу потужності дози і дози радіоактивного випромінювання, яке відповідає умовам, створеним при ймовірній техногенній аварії.

**Метою роботи** є розробка алгоритму оцінки впливу гама – випромінювання на приймачі АОЛЗ.

Етапами розробки алгоритму є вирішення ряду завдань, а саме:

- вибір та обґрунтування показників та критерію оцінки функціонування АОЛЗ;
- розробка науково обґрунтованих математичних залежностей та на їх основі розробити алгоритм оцінки впливу гама – випромінювання на приймачі АОЛЗ.

### Виклад основного матеріалу

Врахуванням ослаблення гама-випромінювання елементами тракту приймача АОЛЗ, які безпосередньо впливають на приймач можна визначити як:

$$P_{\gamma}^B = \frac{P_{\gamma}^n}{K_{ослп}^{\gamma}}, \quad (1)$$

$$D_{\gamma}^B = \frac{D_{\gamma}^n}{K_{ослп}^{\gamma}}, \quad (2)$$

де:  $P_{\gamma}^n$  і  $D_{\gamma}^n$  відповідно потужність дози і доза гама-випромінювання, яке падає на апертуру приймача АОЛЗ;

$K_{ослп}^{\gamma}$  – коефіцієнт ослаблення гама-випромінювання елементами тракту прийому приймача АОЛЗ, який визначається як:

$$K_{осл} = \frac{\ln \Phi_0}{\ln \Phi_x \cdot d}, \quad (3)$$

де:  $\Phi_0$  – щільність падаючого на перешкоду потоку радіоактивного випромінювання;  $\Phi_x$  – щільність потоку радіоактивного випромінювання за перешкодою;  $d$  – товщина перешкоди.

Падаючий на перешкоду потік гама-квантів з щільністю потоку  $\Phi_{0\gamma}$ , пройшовши перешкоду, прийме значення:

$$\Phi_{xy} = V_{\gamma} \Phi_{0\gamma} e^{-\left(\frac{d}{d_{0,5}^{\gamma}}\right)}, \quad (4)$$

де:  $V_{\gamma}$  – фактор накопичення  $\gamma$ -квантів, які проходять через речовину товщиною  $d$ ;  $d_{0,5}^{\gamma}$  – шар половинного ослаблення гама-випромінювання.

Значення параметру  $V_{\gamma}$  залежить від товщини перешкоди ( $x$ ), при цьому, якщо вона менше або рівна  $d_{0,5}^{\gamma}$ ,  $V_{\gamma} \cong 1$ . В діапазоні енергій  $\gamma$ -квантів, рівним 0,2–1,5 МеВ, величини  $d_{0,5}^{\gamma}$  для оптичних матеріалів тракту прийому АОЛЗ, а також для деяких металів, які використовуються при виготовленні корпусу і елементів конструкції АОЛЗ, представлені на рис.1.

Дані аналізу свідчать про те, що  $V_{\gamma}$  можна прийняти рівним одиниці. Тоді вираз для  $K_{осл}^{\gamma}$  прийме вид:

$$K_{осл}^{\gamma} = 2^{\frac{x}{d_{0,5}^{\gamma}}}. \quad (5)$$

Залежність  $K_{осл}^{\gamma}$  від товщини перешкоди, розраховується для матеріалів, які йдуть на виготовлення оптичних елементів тракту прийому АОЛЗ.

У випадку, коли гама-випромінювання проходить послідовно через кілька перешкод:

$$K_{ослп}^{\gamma} = \prod_1^i K_{ослi}^{\gamma}, \quad (6)$$

де:  $i$  – кількість перешкод.

Таким чином, функція ослаблення гама-випромінювання елементами тракту

прийому АОЛЗ кількісно визначається коефіцієнтом ослаблення  $K_{\text{осл}\pi}^Y$ , який по відношенню до варіанту конструкції АОЛЗ визначається як добуток коефіцієнту ослаблення випромінювання передньою частиною приймача АОЛЗ ( $K_{\text{осл}\pi\text{по}}^Y$ ) на коефіцієнт ослаблення випромінювання вторинним дзеркалом ( $K_{\text{осл}\text{вз}}^Y$ ) і на коефіцієнт ослаблення випромінювання коректуючою лінзою ( $K_{\text{осл}\text{кл}}^Y$ ):

$$K_{\text{осл}\pi}^Y = K_{\text{осл}\pi\text{по}}^Y \cdot K_{\text{осл}\text{вз}}^Y \cdot K_{\text{осл}\text{кл}}^Y. \quad (7)$$

Під впливом гама-випромінювання відбувається іонізація атомів. Ця іонізація супроводжується появою електронів віддачі з власною енергією  $E_{\beta\text{ом}}$ , яка визначається як:

$$E_{\beta\text{ом}} = \frac{\bar{E}_\gamma}{1 + \frac{0,511}{E_\gamma(1 - \cos \varphi)}} \quad (8)$$

де:  $\varphi$  – кут зіткнення електрона віддачі з атомом речовини.

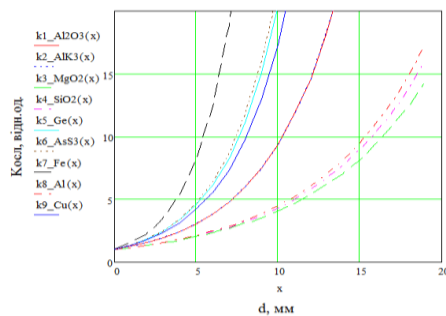


Рис. 1. Залежність  $K_{\text{осл}}^Y$  від товщини перешкоди для різних матеріалів: 1 –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2 –  $\text{AlK}_3$ , 3 –  $\text{MgO}_2$ , 4 –  $\text{SiO}_2$ , 5 –  $\text{Ge}$ , 6 –  $\text{AsS}_3$ , 7 –  $\text{Fe}$ , 8 –  $\text{Al}$ , 9 –  $\text{Cu}$ .

Отримана залежність  $E_{\beta\text{ом}}$  від кута падаючого на кремнієвий фотодіод гама-випромінювання, представлена на Рис. 2.

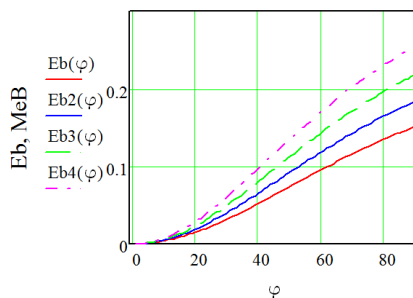


Рис. 2. Залежність енергією електронів віддачі від кута падаючого на кремнієвий фотодіод гама-випромінювання.

В процесі руху в речовині електрони віддачі, стикаючись з новими атомами, передають їм деяку кількість енергії, яка називається енергією зміщення  $E_{\text{до}}$ . Значення  $E_{\text{до}}$ , яку передають електрони віддачі, стикаючись з атомами в процесі утворення і послідуєного руху через кристалічну решітку речовини, визначається виразом:

$$E_{\text{до}} = \left(\frac{560}{A}\right) \left(\frac{E_\beta}{m_0 c^2}\right) \left(2 + \frac{E_\beta}{m_0 c^2}\right), \quad (9)$$

де:  $A$  – атомна маса речовини;  $m_0$  – маса спокою  $\beta$ -частинки;  $C$  – швидкість світла;  $E_\beta$  – енергія  $\beta$ -частинки.

Якщо для атому речовини, в якій під впливом гама-квантів виникає Комптон-ефект, буде справедлива нерівність:

$$E_{\text{дпор}} < E_{\text{до}}, \quad (10)$$

де:  $E_{\text{дпор}}$  – порогова енергія зміщення для даної речовини, то в цій речовині, в результаті одиничного зіткнення і подальшого зсуву атома з вузла кристалічної решітки, виникає точковий дефект, що приводить до порушення структури речовини. Наприклад, в кремнії це буде дефект Френкеля, при виникненні якого утворюється пов'язана пара вакансії, зміщеної в міжвузля атома.

При збільшенні концентрації точкових дефектів, які пов'язані з ростом поглиненої речовиною дози випромінювання, утворюються комплекси радіаційних дефектів, які при подальшому зростанні величини поглиненої дози можуть утворювати мікроскопічні області з сильно порушеною кристалічною решіткою [2-3].

У кремнію  $E_{\text{дпор}} = 10\text{KeV}$ , буде виконуватися умова (10), тобто у приймач АОЛЗ, виготовленому на основі кремнію, буде спостерігатися процес відтворення незворотного радіаційного ефекту.

Ймовірність появи незворотних радіаційних ефектів в речовині визначається величиною поглиненої дози ( $D_\gamma$ , рад) гама-випромінювання.

В полі впливу гама-випромінювання спостерігається збільшення току, що, в кінцевому випадку приводить до зниження характеристик оптоелектронного приймального модулю.

Основними характеристиками приймача, які будуть слугувати вхідними параметрами при виконанні розрахунків технічних характеристик АОЛЗ, є виявляюча здатність ( $D^*$ ) і порогова чутливість ( $\Phi_{\text{пор}}^*$ ). Вони зв'язані між собою співвідношенням  $\Phi_{\text{пор}}^* = 1/D^*$ .

Виявляюча здатність визначається виразом:

$$D^* = \frac{S_U \sqrt{\Delta f q_n}}{(m \sqrt{U_{\text{ш}}^2})}, \quad (11)$$

де:  $S_U$  – інтегральна чутливість приймача;  $q_n$  – площа чутливості елемента приймача;  $m$  – коефіцієнт запасу;  $\Delta f$  – полоса пропускання вхідного сигналу;  $U_{\text{ш}}^2$  – середньоквадратичне значення сумарного шуму приймача.

В свою чергу, середньоквадратичне значення сумарного шуму ( $\overline{U_{\text{ш}}^2}$ ) включає:

$\overline{U_i^2}$  – токовий шум, обумовлений змінами внутрішнього опору приймача;

$\overline{U_d^2}$  – дробовий шум – наслідок флуктуації в часі потоку носіїв заряду;

$\overline{U_p^2}$  – радіаційний шум, обумовлений наявністю кількох джерел випромінювання в полі зору приймача;

$\overline{U_{r-p}^2}$  – генераційно-рекомбінаційний шум, викликаний випадковим процесом генерації носіїв заряду в приймачі АОЛЗ;

$\overline{U_T^2}$  – тепловий шум, обумовлений хаотичним тепловим рухом носіїв заряду в різних напрямках.

Серед перерахованих шумів тільки  $\overline{U_i^2}$ ,  $\overline{U_d^2}$  і  $\overline{U_T^2}$  безпосередньо залежать від темного току ( $I_T$ ). Токовий ( $\overline{U_i^2}$ ), дробовий ( $\overline{U_d^2}$ ) і тепловий ( $\overline{U_T^2}$ ) шуми визначаються залежностями:

$$\overline{U_i^2} = A \frac{I^2 R_n}{f} \Delta f, \quad (12)$$

$$\overline{U_d^2} = 2eI \Delta f R_H, \quad (13)$$

$$\overline{U_T^2} = 4kTR_H \Delta f, \quad (14)$$

де:  $I$  – ток, що протікає через приймач АОЛЗ; являється сумою темного току

( $I_T$ ) і фототоку ( $I_{\Phi}$ ) приймача;  $A$  – постійна, яка враховує тип фотоприймача, для фотодіодів приймає значення  $1 \cdot 10^{-13}$ ;  $f$  – частота модулюючого потоку;  $R_H$  – темновий опір приймача;  $\Delta f$  – робоча полоса частот;  $e$  – заряд електрона;  $k$  – постійна Больцмана;  $T$  – робоча температура приймача.

Збільшення  $I_{TR}$  приймача, розташованому в полі гама-випромінювання, призводить до зміни  $\overline{U_{\text{ш}}^2}$ .

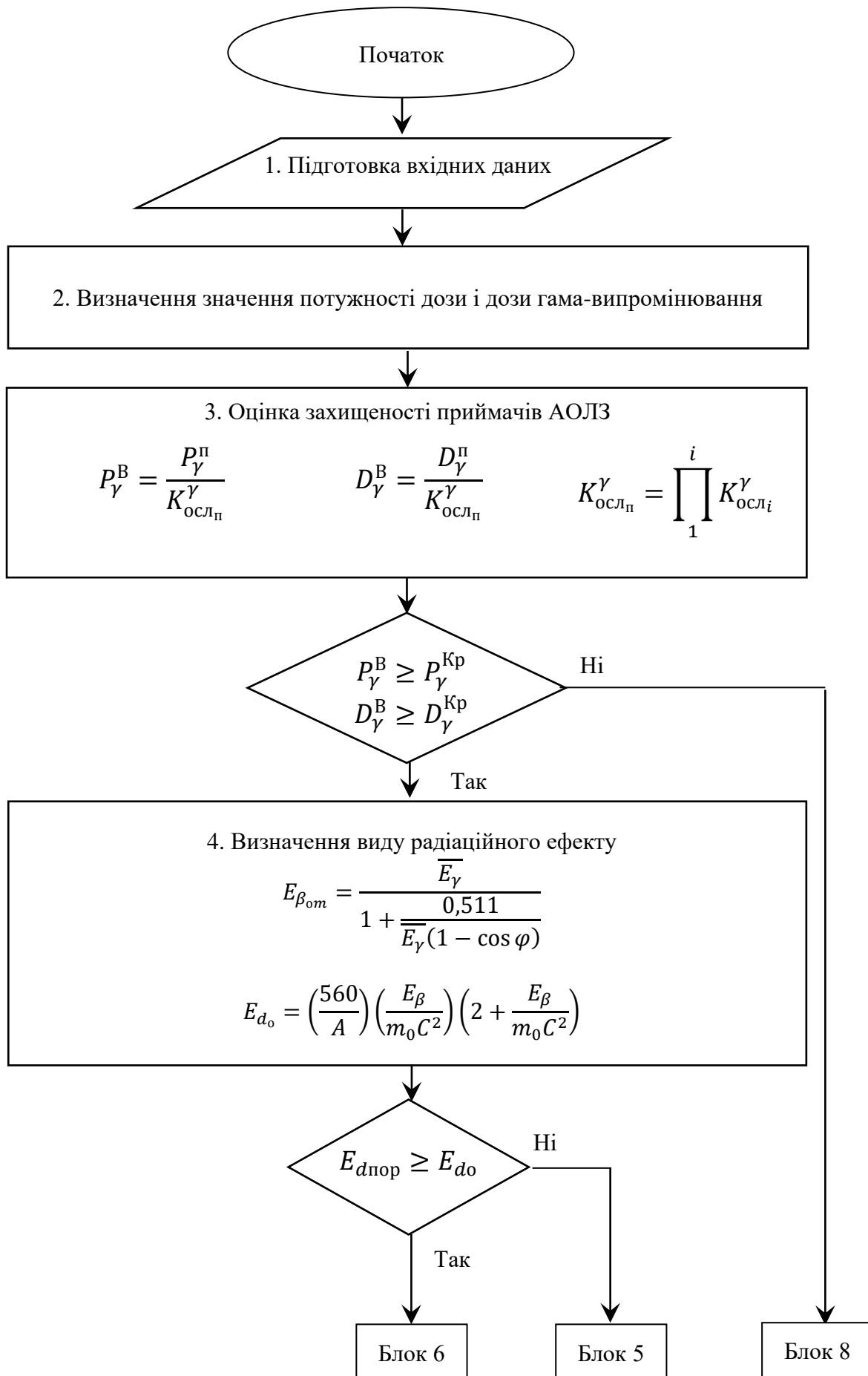
Залежність відношення  $\frac{\overline{U_{\text{ш}R}^2}}{\overline{U_{\text{ш}}^2}}$ , характеризує виявляючу здатність приймача АОЛЗ, де:  $\overline{U_{\text{ш}R}^2}$  – сумарний шум фотодіода в полі впливу гама-випромінювання, від  $P_{\gamma}$  і  $D_{\gamma}$  і відповідне зростанню  $\overline{U_{\text{ш}}^2}$  зміни відношення  $\frac{D_R^*}{D^*}$ , де:  $D_R^*$  – виявляюча здатність приймача в полі гама-випромінювання.

Проведені розрахунки показують що сформовані під впливом гама-випромінювання зворотні радіаційні ефекти приводять до зниження  $D^*$  до 30 раз при досягненні  $P_{\gamma}$  значень, рівних і вище 72 рад/год. Незворотні радіаційні дефекти знижують  $D^*$  до 8 раз при досягненні  $D_{\gamma}$  значень, рівних і більше  $10^6$  рад.

Наведені залежності дозволяють зв'язати зміни темного току приймача з його виявляючою здатністю, а також врахувати інші характеристики приймача АОЛЗ. При цьому оцінка впливу гама-випромінювання на приймачі, виконана на основі аналізу кількісного показника відносно зміни виявляючої здатності  $\frac{D_R^*}{D^*}$ , дозволяє оперативно і достатньо точно оцінити ступінь її зниження. Значення виявляючої здатності приймача АОЛЗ в полі гама-випромінювання ( $D_R^*$ ) може бути визначено по формулі:

$$D_R^* = \frac{(S_U \sqrt{\Delta f q_n})}{(m \sqrt{U_{\Sigma} + U_i(I_{TR}) + U_d(I_{TR}) + U_T(I_{TR})})}, \quad (2.12)$$

де:  $U_{\Sigma}$  – включає радіаційні і генераційно-рекомбінаційні шуми приймача.



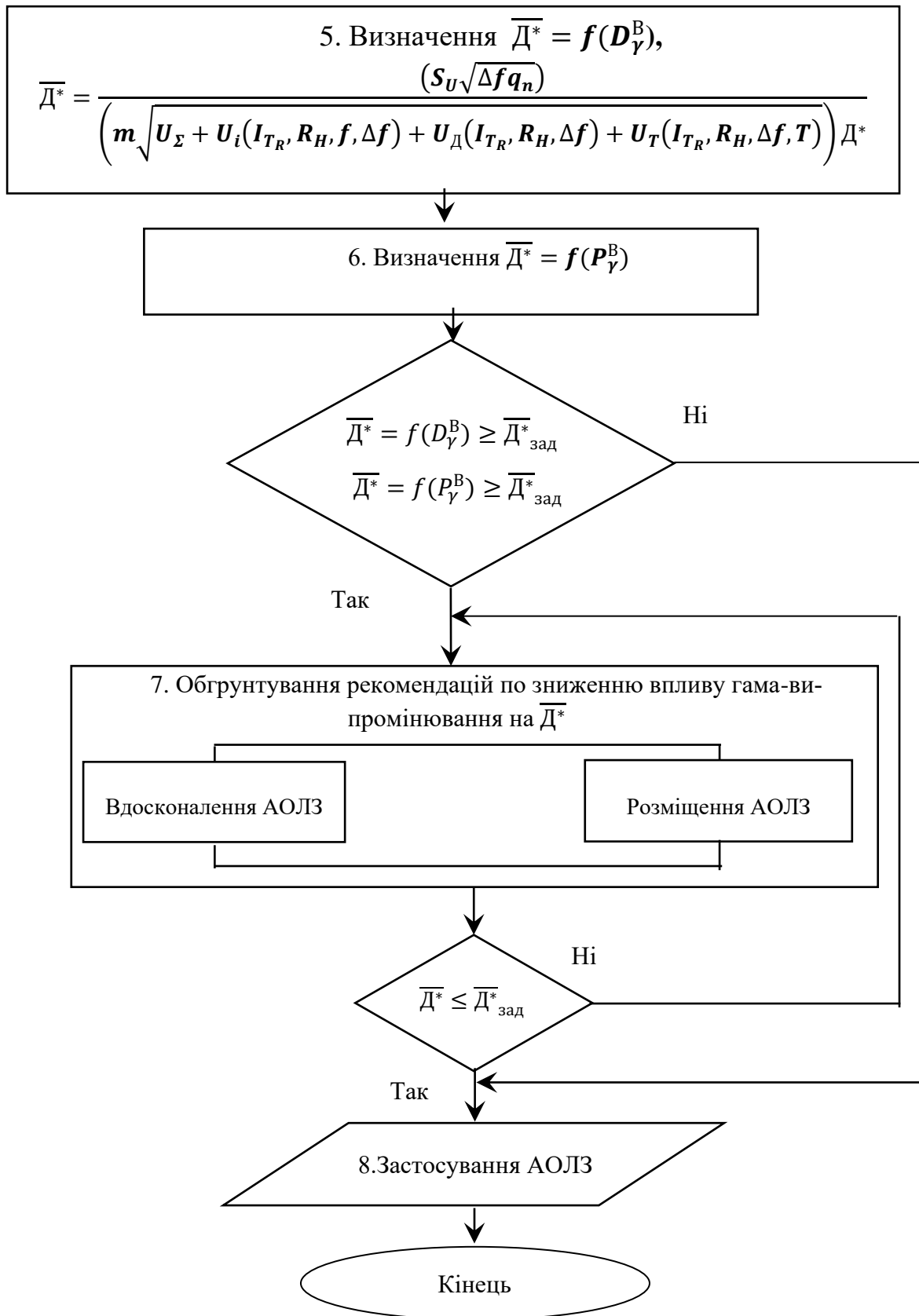


Рис. 3. Алгоритм оцінки впливу гама – випромінювання на приймачі АОЛЗ

Алгоритм оцінки впливу гама-випромінювання на приймачі АОЛЗ представляє

собою послідовність яка у підсумку, в якості показника оцінки впливу гама-випромінювання на приймачі АОЛЗ, показує

відносне значення виявляючої здатності в полі дії гама-випромінювання  $\overline{D}^*$ :

$$\overline{D}^* = \frac{D_R^*}{D^*}$$

Таким чином розроблений алгоритм можна представити у вигляді сукупності окремих алгоритмів. Ця сукупність включає алгоритм визначення кількості радіоактивного випромінювання в суміші при техногенній катастрофі, алгоритм прогнозування поглиненої дози гама-випромінювання і її потужності, а також алгоритм визначення виявляючої здатності приймача АОЛЗ.

Алгоритм оцінки впливу гама-випромінювання, яке випускається сумішшю радіоактивних речовин на приймачі АОЛЗ представлені у вигляді блок-схеми на рис.3.

На першому етапі визначаються кількісні показники поглиненої дози гама-випромінювання і її потужності з врахуванням характеристик суміші радіоактивного випромінювання. В подальшому значення вказаних параметрів використовуються для визначення. Таким чином, кінцевою метою розробленої методики є визначення величини показника оцінки, досягти яку можна, наприклад, вонавши оцінку впливу гама-випромінювання, яке випускається сумішшю радіоактивних речовин на приймачі АОЛЗ. В свою чергу, визначення досягається через визначення значень часткових показників оцінки: поглиненої дози і її потужності, які формуються під час впливу гама випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин.

### **Висновки**

В результаті досліджень, вирішена наукова задача по розробці алгоритму оцінки впливу гама-випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин, на приймачі АОЛЗ. Розроблений алгоритм має істотне значення для проведення оцінки ступеня зниження виявляючої здатності приймачів в полі впливу гама-випромінювання і є основою для обґрунтування рекомендацій по вдосконаленню конструкції АОЛЗ, рекомендацій

по розміщенню її з метою підвищення можливостей їх застосування в умовах впливу гама-випромінювання.

В результаті проведення розрахунків по запропонованому алгоритму встановлено:

1. Збільшенням товщини приймального тракту приймача АОЛЗ, можна забезпечити кратність ослаблення потоку гама-квантів до 25 разів. Збільшення товщини передньої частини приймача АОЛЗ не забезпечить необхідну кратність ослаблення гама-квантів із-за перевідбиття і з причини виникнення вторинного випромінювання в матеріалах приймача АОЛЗ.

2. Внаслідок впливу гама-випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин формуються зворотні і незворотні радіаційні ефекти, які призводять до збільшення темного струму в приймачі АОЛЗ. Це викликає необхідність врахування значень як поглиненої приймачем дози зазначеного гама-випромінювання так і потужності дози випромінювання.

3. Розроблений алгоритм оцінки впливу гама-випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин в якості оціночного показника враховує відносне значення виявляючої здатності приймача АОЛЗ, як функції дози гама-випромінювання і потужності дози гама-випромінювання.

### **Подальші дослідження**

Подальшим напрямком досліджень є розробка рекомендацій по мінімізації впливу гама-випромінювання на АОЛЗ.

### **Література**

1. Ohshima T., Onodaa S. Radiation Resistance of Semiconductors. In: Kudo H. (eds) Radiation Applications. An Advanced Course in Nuclear Engineering. Singapore: Springer, 2018. – Vol. 07.

2. Давыдов Л.Н. Радиационная стойкость полупроводниковых детекторов корпускулярного и гамма-излучения / Л.Н. Давыдов, А.А. Захарченко, Д.В. Кутний, В.Е. Кутний, И.М. Неклюдов, А.В. Рыбка, И.Н. Шляхов // ВІСНИК Харківського національного університету. – Т. 657, серія

фізична "ЯДРА, ЧАСТИНКИ, ПОЛЯ". – Вип. 1/26/, 2005. – С. 3-22.

3. *Ito Chikara, Naito Hiroyuki, Ishikawa Takashi, Ito Keisuke and oth.* Development of Remote Sensing Technique Using Radiation Resistant Optical Fibers under High-Radiation Environment Conference. Proceedings of the Second International Symposium on Radiation Detectors and Their Uses. – 2018.

4. *Ito Chikara, Naito Hiroyuki, Ohba Hironori, Saeki Morihisa and oth.* In-Vessel Inspection Probing Technique Using Optical Fibers Under High Radiation Dose. 22nd International Conference on Nuclear Engineering, Prague, Czech Republic. – 2014.

5. *Jimenez J.J., Alvarez M.T., Tamayo R., Oter J.M., Dominguez J.A., Arruego I., Sanchez-Paramo J., Guerrero H.* Proton radiation effects in high power LEDs and IREDs for optical wireless links for intrasatellite communications. IEEE Radiation Effects Data Workshop, Workshop Record. IEEE, 2006. – P. 77-84.

6. *Johnston A.H., Rax B.G.* Proton damage in linear and digital optocouplers. IEEE Transactions on Nuclear Science. – 2000. – №47(3). – P. 675-681.

7. *Juergens J., Adamovsky G.* Performance Evaluation of Fiber Bragg

Gratings at Elevated Temperatures. SPIE Proceedings, 2004. – Vol. 5272.

8. *Lu P., Bao X., Kulkarni N., Brown K.* Gamma ray radiation induced visible light absorption in P-doped silica fibers at low dose level. Radiation Measurements, 1999. – № 30. – P. 725-733.

9. *Risch Brian, Achten Frank, Jaap Jensma, Myrna Boon and oth.* Bend Insensitive Optical Fibers for High Radiation Environments. Project «Bend Insensitive Optical Fibers for High Radiation Environments». – 2015. [Electronic resource.] – Available at: [https://www.researchgate.net/publication/282777698\\_Bend\\_Insensitive\\_Optical\\_Fibers\\_for\\_High\\_Radiation\\_Environments](https://www.researchgate.net/publication/282777698_Bend_Insensitive_Optical_Fibers_for_High_Radiation_Environments).

10. *Викулин И.М., Курмашев Ш.Д., Горбачев В.Э., Крицькив С.К.* Деградація елементів волоконно-оптичних ліній зв'язу при радіаційному облученні. Наукові праці ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2012. – №1. – С. 57-63.

11. *Малик Б.О., Токарева О.В., Малик-Заморій С.Б.* Підвищення працездатності оптоволоконних структур в умовах високих рівнів потужності іонізуючого випромінювання. Вопросы атомной науки и техники, 2018. – №2. – С. 13-18.

**Туровський О.Л., Блаженний Н.В.**

## **АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ГАМА-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ПРИЙМАЧІ АТМОСФЕРНО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ**

*Одним з факторів зовнішнього середовища, що може значно вплинути на ефективність застосування атмосферних оптичних ліній зв'язку (АОЛЗ) може бути радіоактивне випромінювання, сформоване різними джерелами та явищами.*

*В роботі подано алгоритм оцінки впливу гама-випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин, на приймачі АОЛЗ. Розроблений алгоритм має істотне значення для проведення оцінки ступеня зниження виявляючої здатності приймачів в полі впливу гама-випромінювання і є основою для обґрунтування рекомендацій по вдосконаленню конструкції АОЛЗ, рекомендацій по розміщенню її з метою підвищення можливостей їх застосування в умовах впливу гама-випромінювання.*

*В результаті проведення розрахунків по запропонованому алгоритму обґрунтовано рекомендації по збільшенню товщини приймального тракту приймача АОЛЗ. Визначено механізм формування зворотніх та незворотніх радіаційних ефектів, які призводять до збільшення темного струму в приймачі АОЛЗ. Розроблений алгоритм оцінки впливу гама-випромінювання, що випускається сумішшю радіоактивних речовин в*



якості оціночного показника враховує відносне значення виявляючої здатності приймача АОЛЗ, як функції дози гама-випромінювання і потужності дози гама-випромінювання.

**Ключові слова:** атмосферно-оптичні лінії зв'язку, алгоритм, гама-випромінювання, радіоактивність.

**Turovsky O.L., Blazhenyi N.V.**

### **ALGORITHM FOR ASSESSING THE INFLUENCE OF GAMMA RADIATION ON THE RECEIVER OF ATMOSPHERIC OPTICAL COMMUNICATION LINES**

*One of the factors of the external environment that can significantly affect the effectiveness of the use of AOLZ may be radioactive radiation generated by various sources and phenomena.*

*The algorithm for estimating the effect of gamma radiation emitted by a mixture of radioactive substances on the atmospheric optical communication line receiver is presented. The developed algorithm is essential for assessing the degree of reduction of the detection ability of receivers in the field of gamma radiation and is the basis for substantiation of recommendations for improving the design of atmospheric optical communication line, recommendations for its placement to increase their application in gamma radiation.*

*As a result of calculations according to the proposed algorithm, the recommendations are substantiated. by increasing the thickness of the receiving path of the receiver atmospheric optical communication line. The mechanism of formation of reversible and irreversible radiation effects, which lead to an increase in dark current in the atmospheric optical communication line receiver, is determined. The developed algorithm for estimating the effect of gamma radiation emitted by a mixture of radioactive substances as an evaluation indicator takes into account the relative value of the detection capability of the atmospheric optical communication line receiver as a function of gamma radiation dose and gamma radiation dose rate.*

**Keywords:** atmospheric-optical communication lines, algorithm, gamma radiation, radioactivity.