

Vladimir Lyashenko (2019) Fizychna model' zakhystu kabel'nykh liniy i radioelektronnykh zasobiv derzhavnykh ta promyslovykh ob'yektiv vid zovnishn'oho elektromahnitnoho vplyvu v umovakh poperedzhennya nadzvychnykh sytuatsiy [Physical model for protection of cable lines and radioelectronic means of state and industrial objects from external electromagnetic influence in conditions of prevention of emergency situations]. *Social development & Security*. 9 (3), 119 – 126.
 DOI: <http://doi.org/10.33445/sds.2019.9.3.9>

Фізична модель захисту кабельних ліній і радіоелектронних засобів державних та промислових об'єктів від зовнішнього електромагнітного впливу в умовах попередження надзвичайних ситуацій

Володимир Ляшенко

*Державний науково-дослідний інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів,
 e-mail: vladimir.lyashenko.67@ukr.net,
 старший науковий співробітник*



Article history:

Received: April, 2019

1st Revision: May, 2019

Accepted: June, 2019

DOI: [10.33445/sds.2019.9.3.9](http://doi.org/10.33445/sds.2019.9.3.9)

Анотація: Обґрунтовані передумови розробки та створення фізичної моделі захисту кабельних ліній та радіоелектронних засобів державних та промислових об'єктів від зовнішнього електромагнітного впливу в умовах запобігання надзвичайним ситуаціям.

Визначено, що теоретичні передумови моделювання включають умову захисту, яка полягає у необхідності забезпечення повної нейтралізації енергії електромагнітного впливу, як основного чинника підтримання належного технічного стану кабельних ліній та радіоелектронних засобів. Друга передумова створення моделі - функціональна аналогія між електричною та пневматичною (гідравлічною), яка є основою для розробки захисту кабельних ліній та ВДЕ у напрямку заміни найбільш вразливих електроприладів на пневматичні пристрої (гідравлічні), які електричні та реактивні пневматичні (гідравлічні) пристрої. Вони також будуть пов'язані шляхом перетворення енергії.

Основна схема фізичної моделі захисту кабельних ліній та радіоелектронних засобів в умовах запобігання надзвичайним ситуаціям на державних та промислових об'єктах, пов'язаних із зовнішнім електромагнітним впливом, що на відміну від існуючих, створюється заміною окремих електронних вимірювальних систем цифровими та аналогові потокові обчислення Пневматичні пристрої (гідроавтоматичні) та волоконно-оптичні матеріали використовуються для створення захисту каналів зв'язку.

Ключові слова: фізична модель, надзвичайні ситуації, кабельні лінії, радіоелектронні засоби, електромагнітний вплив.

1. Формулювання проблеми

1.1 Новизна дослідження. Проведення досліджень змін технічного стану кабельних ліній і радіоелектронних засобів (РЕЗ) в умовах попередження надзвичайних ситуацій (НС) на державних та промислових об'єктах (ДПО) пов'язаних з зовнішнім електромагнітним впливом (ЕМВ) в сьогоденні мають

вирішальне значення для обґрунтування доцільності впровадження нових способів та моделей захисту. Однак проведення натурного експерименту з застосуванням електромагнітних засобів ураження на об'єкт через причини, що пов'язані перш за все з фінансуванням цих випробувань, досить проблематичне, а в більшості випадків неможливе. Більш реальний спосіб – це проведення випробувань в лабораторних умовах. Підґрунтям для успішного проведення лабораторних досліджень буде створення фізичної моделі захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ [1-3].

1.2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

В роботах [4-8], що присвячені дослідженню дії електромагнітного імпульсу (ЕМІ) на кабельні лінії і РЕЗ, були запропоновані ряд фізичних моделей. За їх допомогою, в основному, досліджується зміна технічного стану кабельних ліній і РЕЗ в умовах ЕМВ природного характеру, у тому числі напівпровідникових приладів, а особливості захисту цих приладів в умовах запобігання надзвичайних ситуацій практично не моделюються, а саме захист каналів зв'язку.

1.3. Постановка завдання

Метою статті є обґрунтування умов та розробка принципової схеми для створення фізичної моделі захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ.

2. Виклад основного матеріалу

Взагалі моделювання – це дослідження явища на моделях чи на реальних установках з застосуванням методів теорії подібності під час постановки і обробки результатів експериментів.

Для завдань дослідження перетворення електромагнітної енергії в енергію пневматичного тиску важливі два види подібності: подібність кіл – подібність режимів і перехідних процесів, що встановлюються в електричних і пневматичних колах і подібність полів – подібність в розподілі електричних, магнітних полів, без подібності протікання процесів в часі. Відповідно стоїть задача розробити фізичну модель для дослідження фізичної моделі захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ, що зберігають подібність основних фізичних процесів дії енергії ЕМІ на об'єкт ураження і її перетворення в енергію пневматичного тиску, а після цього знов таки ж перетворення енергії пневматичного тиску в електричний струм, що безпечний для нормальної роботи кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ.

До теоретичних передумов моделювання в даному випадку слід віднести умову захисту, яка полягає в необхідності забезпечення повної нейтралізації уражаючої енергії ЕМІ, як головного фактору збереження справного технічного стану кабельних ліній і РЕЗ. Тобто, в кінцевому випадку прилади, що будуть задовольняти цій вимозі повинні працювати як запобіжники під час захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ, перетворюючи уражаючу енергію дії електромагнітного поля в інший вид енергії, або здійснювати відвід цієї енергії в зовнішнє середовище.

Друга передумова для створення моделі полягає в функціональних аналогіях між електрикою та пневмоавтоматикою (гідроавтоматикою), що є підґрунтям для розробки захисту кабельних ліній і РЕЗ в напрямку заміни найбільш уразливих електричних приладів на прилади пневмоавтоматики (гідроавтоматики), на які не діє ЕМІ, що досягається поєднанням електричних і струминних пневматичних (гідравлічних) приладів. Зв'язок між ними також буде досягатись на основі перетворення видів енергії. Логічно було б привести першу блок-схему створеної моделі за умови відсутності захисту, а на іншій – за його наявності.

Пропонується удосконалити фізичну модель, яка ілюструє можливість забезпечення енергією об'єкта, що має зберегти працездатність після дії потужного ЕМІ [6].

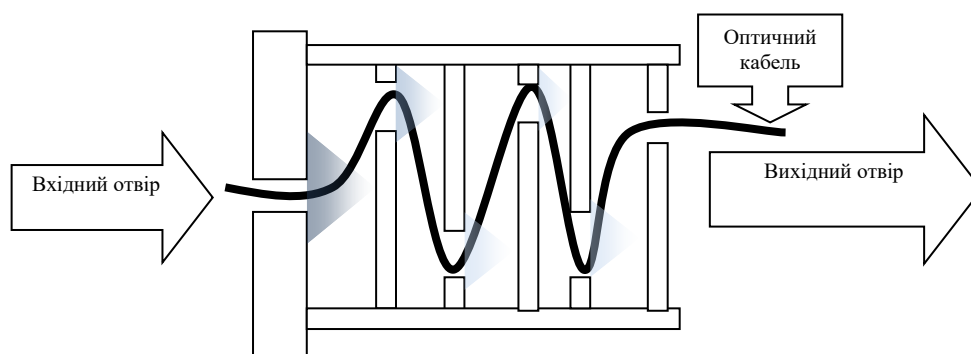
Для збереження (повної чи обмеженої) працездатності інфраструктури, що складається з таких об'єктів, необхідне забезпечення обміном інформацією. Попередньо вважаємо, що об'єкти витримують інші уражаючі фактори, та на них зберігається працездатне електронне обладнання, електричні канали зв'язку попадають під дію ЕМІ, вийшли з ладу чи забиті електромагнітними шумами і непрацездатні.

Для забезпечення інформаційного обміну на великих швидкостях доцільно використовувати оптоволоконні канали зв'язку. Оптоволоконні канали зв'язку нечутливі до електромагнітних перешкод, на сьогоднішній день забезпечують швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с , та не пошкоджуються через іржу. До недоліків можливо віднести складність процедури пайки пошкоджень оптичного кабелю, втрату працездатності при загибах кабелю радіусом менше ніж 5 см , недостатня вивченість втрати оптичних властивостей серійних зразків оптичних кабелів в умовах дії радіації. Для виключення потрапляння енергії ЕМІ до об'єкту через кабельний ввід, оптичний кабель необхідно розміщувати у металевому багатосекційному коробі, що приварений до металевої стінки екрану об'єкта.

Така конструкція кабельного вводу має забезпечити багаторазове відбивання та поглинання енергії ЕМІ, що потрапила до вхідного отвору (мал.1).

Другий варіант неелектричного каналу зв'язку, стійкого до дії ЕМІ – пневматичний. До складу такого каналу має входити компресор, зворотній клапан, балон високого тиску, редуктор, калібрований отвір, інформаційний

трубопровід, датчики тиску (перетворювачі тиск – напруга), перепускні клапани, модеми, ПЕОМ.



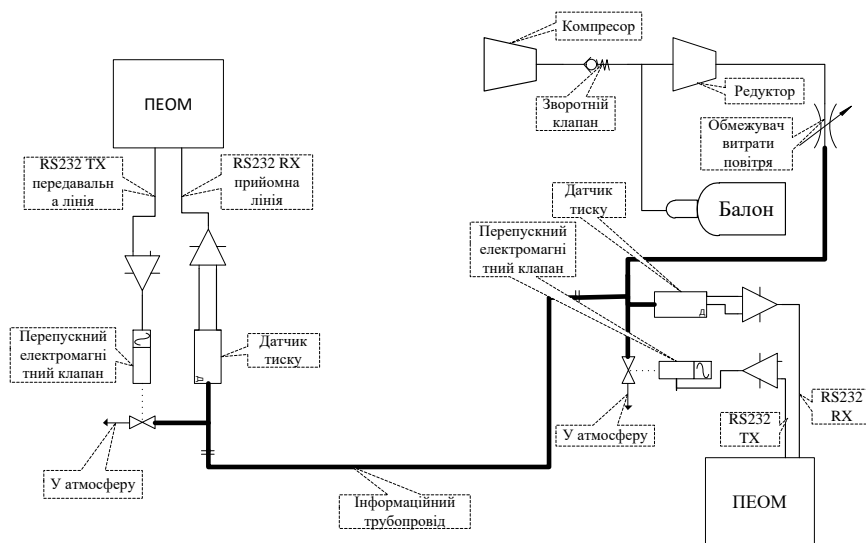
Малюнок 1 – Засіб захисту отворів у фізичній моделі захисту кабельних ліній і РЕЗ державних та промислових об'єктів

Пневматичний інформаційний канал працює наступним чином: компресор через зворотній клапан підтримує тиск у балоні 100 – 150 *атм* (у випадку наявності струму у електричній мережі об'єкта); балон забезпечує тиск повітря у системі на протязі визначеного часу автономності системи; редуктор зменшує тиск повітря до робочої величини у інформаційному трубопроводі 1,5 – 2 *атм*; калібрований отвір забезпечує задану витрату повітря у інформаційному трубопроводі; датчики тиску розміщуються на кінцях інформаційного трубопроводу, у захищених об'єктах і є засобами прийому інформаційної послідовності, яка задається зміною тиску повітря у трубопроводі; перепускні клапани розміщуються поряд з датчиками тиску на кінцях інформаційного трубопроводу, у захищених об'єктах і є засобами передачі інформаційної послідовності.

Перепускний клапан має забезпечувати три фіксованих стани: 1 – перепуск повітря через калібрований отвір (середнє чи статичне положення), 2 – стравлювання повітря (відповідає стану логічного нуля), 3 – перекривання повітря (стан логічної одиниці). Інформаційний трубопровід з'єднує захищені об'єкти, знаходиться зовні, закопаний у ґрунт, для виключення потрапляння енергії ЕМП до об'єкту через ввід всередині трубопроводу з кожної сторони встановлюються декілька металічних заземлених сіток (мал. 2).

Пневматичний інформаційний канал має працювати наступним чином: один з об'єктів ініціює інформаційний обмін – другий підтримує. Балон, компресор знаходяться на об'єкті – ініціаторі. Для початку інформаційного обміну необхідно подати тиск у трубопровід. На підлеглому боці повітря виходить через калібрований отвір, тиск встановлюється рівний половині від номінального. Поява тиску є запрошенням для підлеглому пристрою для інформаційного обміну. Підлеглий пристрій надає код – доповідь про готовність послідовним перемиканням клапану між повним відкриттям та блокуванням витоку повітря (стрибки тиску між мінімальним та більшим за номінальне значення вказує на відсутність витоків та проходимість

трубопроводу). Аналогічним чином модулюється потік повітря і на боці пристрою ініціатора. Клапан і датчик тиску під'єднується замість телефонної гарнітури до польового телефону, телефон до модему, модем до ПЕОМ.



Малюнок 2 – Схема пневматичного інформаційного каналу

Така система зберігає працездатність навіть при незначних сторонніх витоках повітря, тому, що працює на відносних змінах тиску повітря.

3. Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, обґрунтовані умови та розроблена принципова схема для створення фізичної моделі захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ. Фізична модель захисту кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ, яка на відміну від існуючих, забезпечує їх захист за рахунок заміни окремих електронних вимірювальних систем струменевими цифровими та аналоговими обчислювальними пристроями пневмоавтоматики (гідроавтоматики), а захист каналів зв'язку за рахунок використання оптоволоконних матеріалів.

Це дасть змогу проводити дослідження змін технічного стану кабельних ліній і РЕЗ в умовах попередження НС на державних та промислових об'єктах пов'язаних з зовнішнім ЕМВ.

Author details (in Russian)

Физическая модель защиты кабельных линий и радиоэлектронных средств государственных и промышленных объектов от внешнего электромагнитного воздействия в условиях предупреждения чрезвычайных ситуаций

Владимир Ляшенко

*Государственный научно-исследовательский институт испытаний и сертификации
вооружения и военной техники, Чернигов,
e-mail: vladimir.lyashenko.67@ukr.net,
старший научный сотрудник*

Аннотация: Обоснованы предпосылки для разработки и создания физической модели защиты кабельных линий и радиоэлектронных средств государственных и промышленных объектов от внешнего электромагнитного воздействия в условиях противоаварийной защиты.

Установлено, что теоретические предпосылки для моделирования включают в себя условие защиты, которое заключается в необходимости обеспечения полной нейтрализации энергии электромагнитного удара, в качестве основного фактора поддержания надлежащего технического состояния кабельных линий и радиоэлектронных средств. Второй предпосылкой для создания модели является функциональная аналогия между электричеством и пневматикой (гидравлика), которая является основой для разработки защиты кабельных линий и ВИЭ в направлении замены наиболее уязвимых электрических устройств на пневматические устройства (гидравлические), какие электрические и реактивные пневматические (гидравлические) устройства. Они также будут связаны через преобразование энергии.

Базовая схема физической модели защиты кабельных линий и радиоэлектронных средств в условиях противоаварийной защиты на государственных и промышленных объектах, связанных с внешним электромагнитным воздействием, которая, в отличие от существующих, создается путем замены отдельных электронных измерительных систем на цифровые и аналоговые потоковые вычисления. Пневматические (гидроавтоматические) устройства и волоконно-оптические материалы используются для создания защиты каналов связи. Предлагаемая физическая модель позволит нам исследовать изменения в техническом состоянии кабельных линий и электронного оборудования в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на государственных и промышленных объектах, связанных с внешними электромагнитными воздействиями.

Ключевые слова: физическая модель, аварийные ситуации, кабельные линии, радиоэлектронные средства, электромагнитное воздействие.

Author details (in English)

Physical model for protection of cable lines and radioelectronic means of state and industrial objects from external electromagnetic influence in conditions of prevention of emergency situations

Vladimir Lyashenko

*State Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment,
Chernihiv,
e-mail: vladimir.lyashenko.67@ukr.net,
Senior Research Fellow*

Abstract: Grounded prerequisites for the development and creation of a physical model of protection of cable lines and radio electronic means of state and industrial objects from external electromagnetic influence in the conditions of emergency prevention.

It is determined that the theoretical prerequisites for modeling include the condition of protection, which is the need to ensure complete neutralization of the electromagnetic impact

energy, as the main factor in maintaining the proper technical condition of cable lines and radio electronic means. The second prerequisite for the creation of the model is the functional analogy between electricity and pneumatic (hydraulic), which is the basis for the development of protection of cable lines and RES in the direction of replacement of the most vulnerable electrical devices to pneumatic devices (hydraulic), which electrical and jet pneumatic (hydraulic) devices. They will also be linked through energy conversion.

The basic scheme of physical model of protection of cable lines and radio electronic means in the conditions of emergency prevention at state and industrial objects connected with external electromagnetic influence, which unlike the existing ones, is created by replacement of separate electronic measuring systems by digital and analog streaming computations Pneumatic devices (hydro-automatic) devices and fiber-optic materials are used to create protection of communication channels.

The proposed physical model will allow us to investigate changes in the technical condition of cable lines and electronic equipment in the event of emergency situations at state and industrial sites related to external electromagnetic effects.

Keywords: physical model, emergencies, cable lines, radio-electronic means, electromagnetic influence.

Використана література

1. Балюк Н. В., Кечиев Л. Н., Степанов П. В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. Москва : ООО «Группа ИДТ», 2007. 478 с.
2. Рикетс Л.У. Электромагнитный импульс и методы защиты / Рикетс Л.У. Бриджем Дж.С., Майлетта Дж.; [пер. с англ. В.Л. Литвинова, Ю.И. Чуракова]; под ред. Н.А. Ухина. Москва: Атомиздат, 1979. 327с.
3. Дачковський В.О. Метод захисту керованих боєприпасів і вибухових мереж в умовах зовнішнього електромагнітного впливу на основі використання оптоволоконних матеріалів. *Збірник наукових праць НУОУ “Труди Університету”*. 2013. № 6 (120). С. 196 – 201.
4. Дачковський В.О. Метод захисту електровибухових мереж від зовнішнього електромагнітного впливу. Новітні технології – для захисту повітряного простору ХУПС 9-та наукова конференція 17 – 18 квітня 2013 тези доп. Харків, 2013 С. 282.
5. Воробйов О.М. Вплив електромагнітного випромінювання на літальні апарати і напрямки створення захисту від нього. Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки : наук.-практ. конф., 17–18 черв. 2010 р. : тези доп. та вист. Київ, 2010. С. 29.
6. Воробйов О.М., Сівак В.А., Алексеєнко О.В. Алгоритм роботи фізичної моделі відтворення захисту радіоелектронних засобів і агрегатів електрообладнання від дії електромагнітного імпульсу. Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України : IV Всеукр. наук.-практ. конф., 18 лист. 2011 р. : тези доп. Хмельницький, 2011. С. 71–73.
7. Воробйов О.М. Напрямки створення захисту керованих боєприпасів від електромагнітного впливу / О.М. Воробйов, В.О. Дачковський // Новітні технології для захисту повітряного простору : Восьма наук. конф., 18–19 квіт. 2012 р. : тези доп. Хмельницький, 2012. С. 268.
8. Воробйов О.М., Гусяков О.М. Підстави для моделювання змін технічного стану і відтворення захисту радіоелектронних засобів від потужного електромагнітного випромінювання. *Радиоэлектроника и молодежь XXI века : 15 Юбилейный Межд. Молодежн. форум*, 18–20 апр. 2011 р. : тез. докл. Хмельницький, 2011. С. 6–7.
9. Воробйов О.М., Ляшенко В. А. Комбінований захист кабельних ліній, електромереж радіоелектронних засобів стаціонарних пунктів управління (командних центрів) від зовнішнього електромагнітного впливу. Перспективи розвитку озброєння та військової

техніки сухопутних військ: міжн. наук. – техн. конф. 18-20 трав.2016р.:тези доп. Львів: АСВ, 2016. С.173.

10. Воробйов О.М., Ляшенко В.А. Методика оцінки ефективності захисту кабельних ліній і радіоелектронних засобів державних і промислових об'єктів від зовнішнього електромагнітного впливу в умовах надзвичайних ситуацій. Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах: XIX наук.-техн.конф., 05-06 вер. 2019р.:тези доп. Чернігів: ДНДІ ВС ОБТ, 2019. С 61.

References

1. Baliuk N.V., Kechiev L.N., Stepanov P.V. (2007) Powerful electromagnetic pulse: effect on electronic means and methods of protection. Moscow: IDT Group LLC, 478 p. [in Russian]
2. Rickets L.U. (1979) Electromagnetic impulse and methods of protection. Moscow: Atomizdat, 1979. 327s. [in Russian]
3. Dachkovsky V.A. Method for the protection of guided munitions and explosive nets in conditions of external electromagnetic exposure based on the use of fiber materials. *Collection of scientific works of the NGO "Proceedings of the University"*. 2013. No. 6 (120). S. 196 - 201. [in Ukraine]
4. Dachkovsky V.A. Method of protection of electric explosive networks from external electromagnetic influence. The newest technologies – for protection of HUPS air space 9th scientific conference 17-18 April 2013 abstracts abstract. Kharkiv, 2013 S. 282. [in Ukraine]
5. Vorobyov O.M. Influence of electromagnetic radiation on aircrafts and directions of creation of protection against it. Actual problems of development of aviation engineering: scientific-practical. Conf., June 17-18. 2010: these additions. and vist. Kyiv, 2010. S. 29. [in Ukraine]
6. Vorobyov O.M., Sivak V.A., Alekseenko OV The algorithm of the physical model of reproduction of protection of radio-electronic means and units of electrical equipment against the action of electromagnetic pulse. Educational and scientific support for the activities of law enforcement agencies and military formations of Ukraine: IV All-Ukrainian. Research Practice Conf., 18 Nov. 2011: these additions. Khmelnytsky, 2011. Ss. 71–73. [in Ukraine]
7. Vorobyov O.M. Directions of creation of protection of managed ammunition from electromagnetic influence / O.M. Vorobyov, V.O. Dachkovsky // The latest technologies for the protection of airspace: Eight Sciences. conf., 18–19 Apr. 2012: these additions. Khmelnytsky, 2012. S. 268. [in Ukraine]
8. Vorobyov O.M., Guslyakov OM Grounds for modeling changes in the technical condition and reproduction of protection of radio-electronic means against powerful electromagnetic radiation. Radio electronics and youth of the 21st century: 15th Anniversary Inter. Youth forum, Apr 18-20 2011: abstract. doc. Khmelnytsky, 2011. Ss. 6–7. [in Ukraine]
9. Vorobyov O.M., Lyashenko V.A. Combined protection of cable lines, electrical networks of radio-electronic means of stationary control points (command centers) from external electromagnetic influence. Prospects for the development of armaments and military equipment of the ground forces: international. of sciences. - tech. Conf. May 18-20, 2016: These suppl. Lviv: ACS, 2016. S.173. [in Ukraine]
10. Vorobyov O.M., Lyashenko V.A. Methods for assessing the effectiveness of the protection of cable lines and radio electronic means of state and industrial objects from external electromagnetic exposure in emergency situations. Creation and modernization of weapons and military equipment in modern conditions: XIX scientific-technical conf., 05-06 ver. 2019: these add. Chernihiv: DNII Armed Forces, 2019. S. 61. [in Ukraine]



© 2019 by the authors; Social development & Security, Ukrainian. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CCBY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).