

# РАДІОМОНІТОРИНГ ТА ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА СИСТЕМУ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ

**В. Г. Гончарук, Т. В. Бібік**

*Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*

Сучасні реалії диктують нові правила облаштування захисного периметру для критичної інфраструктури. Одночасно з уже традиційними методами та системами захисту необхідно розробляти, адаптувати та встановлювати нові системи захисту від загроз які стали можливими відносно нещодавно. Широкого розвитку останнім часом набули різні безпілотні керовані дрони, наземного та повітряного типу.

Радіомоніторинг як інструмент контролю електромагнітного середовища на атомних електростанціях забезпечує безперервне виявлення, аналіз і класифікацію радіочастотних сигналів у широкому діапазоні частот, що є критично важливим для оцінки впливу електромагнітного випромінювання на систему фізичного захисту, яка включає технічні засоби охорони, зв'язку, сигналізації та контролю доступу; електромагнітні поля, поширюючись у вигляді хвиль, здатні індукувати паразитні струми та напруги в електронних компонентах, що може призводити до виникнення завад, хибних спрацювань або зниження функціональної надійності елементів системи фізичного захисту; ключовими параметрами оцінки впливу є напруженість електричного і магнітного полів, щільність потоку потужності та питомий коефіцієнт поглинання енергії, які визначають рівень взаємодії випромінювання з технічними системами та біологічними об'єктами; за умов підвищених рівнів електромагнітного випромінювання або близького розташування джерел можливе погіршення електромагнітної сумісності, зниження завадостійкості та порушення стабільності роботи систем фізичного захисту атомних електростанцій, що потребує впровадження комплексних заходів радіомоніторингу, спектрального аналізу та нормування рівнів випромінювання з метою забезпечення надійності та безпеки критичної інфраструктури [1 - 6].

Важливо приділяти достатню увагу джерелам електромагнітного випромінювання при проектуванні, а також їх впливу на інші системи. В роботі було виявлено вразливість сейсмічного датчика до джерела випромінювання. Для подальшої перевірки та оцінки можливих вразливостей персоналу служби фізичного захисту необхідно володіти системами радіомоніторингу. Також радіомоніторингова система дозволяє розширити інструментарій захисту атомних електростанцій, покращити систему ситуаційної обізнаності.

Хоча інтеграція систем радіомоніторингу вимагає значних фінансових витрат, аналіз показує, що потенційні збитки від успішної атаки на критичну інфраструктуру можуть перевищувати інвестиції в десятки разів. Вартість системи радіомоніторингу для гіпотетичного стратегічного об'єкту площею в 100 гектарів оцінюється у 2–5 млн доларів США залежно від комплектації та виробника. При цьому потенційні збитки від аварії, спричиненої атакою дрона, можуть становити мільярди доларів та призвести до довготривалих наслідків. Таким чином, впровадження систем радіомоніторингу є не лише технічно, але й економічно виправданим рішенням.

Одночасно з критичною необхідністю обладнання стратегічних об'єктів системами радіомоніторингу та боротьби, така ж необхідність є в детальному проектуванні таких систем з урахуванням електромагнітної сумісності. Вплив на інші системи об'єкту повинен бути мінімізованим або відсутнім за такої можливості. Необхідно проводити розрахунки втрат сигналу в просторі щоб розуміти силу сигналу котрий приходить на інші елементи системи фізичного захисту такі як наведено в рис 1.

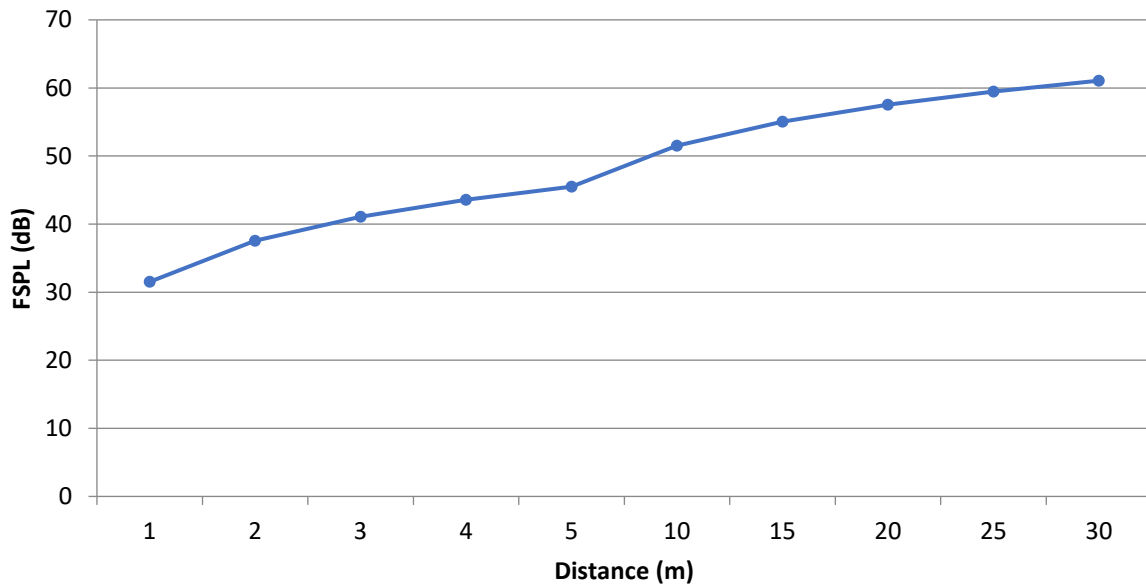


Рис. 1. Втрати в просторі на частоті 900 МГц.

Провівши ряд досліджень з зразком засобу радіоелектронної боротьби на елементах захисту периметру було виявлено вразливість одного з датчиків. Сейсмічний датчик видавав сигнал тривоги при електромагнітному впливі на нього сигналом потужністю всього в 0.32 мВт, тобто навіть слабке джерело електромагнітного випромінювання здатне збуджувати системи захисту.

1. World Health Organization. *Electromagnetic fields and public health: exposure to radiofrequency fields*.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)*, 2020.
3. International Electrotechnical Commission (IEC). *Electromagnetic compatibility (EMC) standards series IEC 61000*.
4. IEEE. *C95.1 Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields*.
5. U.S. Nuclear Regulatory Commission. *Regulatory Guide 5.44: Cyber Security Programs for Nuclear Facilities* (у частині захисту цифрових систем і впливу завад).
6. IAEA. *Nuclear Security Series No. 13: Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities (INFCIRC/225/Revision 5)*.