

УДК 621.372

DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/06>**Шарапова О.В.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Костень Т.Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки

ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ АДРЕСНО-АНАЛОГОВОЮ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПІДПРИЄМСТВ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ З БАГАТЬМА ВХОДАМИ І БАГАТЬМА ВИХОДАМИ

Останнім часом захист інформації на підприємствах набирає все більшої актуальності. Значно збільшився ріст користувачів і обсягів оброблюваної інформації в рамках інформаційного поля, яке необхідно забезпечити захистом. Досліджено теоретичні питання організації підсистем автоматичного управління адресно-аналоговою сигналізацією для захисту підприємств на базі технології з багатьма входами та багатьма виходами. Розглянуті системи захисту інформації на підприємствах та проблема обробки інформації в них. У зв'язку з тим, що значно зростає попит на автоматичні системи для захисту підприємств з високою швидкістю передачі та рівнем стійкості каналу, актуальність розробки підсистем автоматичного управління адресно-аналоговою сигналізацією для захисту підприємств з використанням систем з багатьма входами і багатьма виходами є актуальним та своєчасним. Розглянута технологія, яка дозволяє вирішити питання охоплення великої кількості інформації без втрати пропускну здатності в мережі і забезпечити належний захист даних – це технологія з багатьма входами і багатьма виходами Multiple Input Multiple Output (MIMO). MIMO – це метод просторового кодування сигналу, що дозволяє збільшити смугу пропускання каналу, за якого для передачі даних використовуються дві та більше антени і така ж кількість антен для прийомів. Автоматизація процесу захисту даних – ключовий процес під час організації повноцінної системи роботи підприємства. Різноманітні підсистеми забезпечення інформаційної безпеки часто погано взаємодіють один з одним, породжуючи конфлікти, де є величезна кількість подій і сповіщень. Однією з найбільших проблем інформаційного суспільства є захист інформації, оскільки дані, що обробляються і накопичуються обчислювальною технікою, стали останнім часом визначати напрям діяльності і багато інших аспектів життя сучасних підприємств. Аналіз і реагування на події інформаційної безпеки припускають значний людський ресурс даної служби, що не завжди можливо і раціонально.

Ключові слова: захист підприємств, інформаційна безпека, канали зв'язку, захист в каналах зв'язку, MIMO.

Постановка проблеми. Останнім часом захист інформації на підприємствах набирає все більшої актуальності. Значно збільшився ріст користувачів і обсягів оброблюваної інформації в рамках інформаційного поля, яке необхідно забезпечити захистом. Однією з технологій, яка дозволяє вирішити питання охоплення великої кількості інформації без втрати пропускну здатності в мережі, є технологія з багатьма входами і багатьма виходами Multiple Input Multiple Output (MIMO). MIMO – це метод [1–3] просторового кодування сигналу, що дозволяє збільшити смугу пропускання каналу, за якого на передавальній стороні використовуються дві чи більше антени і така ж кількість антен для прийомної сторони.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливим етапом під час аналізу підсистем автоматичного

управління сигналізацією для захисту підприємств з MIMO є комп'ютерне та статистичне моделювання втрат на трасі поширення радіохвиль і зміни швидкості передачі інформації в таких каналах. Моделювання різних каналів зв'язку з системами MIMO розглянуті в роботах [2–3], а використання адресно-аналогової сигналізації для захисту підприємств в роботах [3–4].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. У зв'язку з тим, що значно зростає попит на автоматичні системи для захисту підприємств з високою швидкістю передачі та рівнем стійкості каналу, актуальність розробки підсистем автоматичного управління адресно-аналоговою сигналізацією для захисту підприємств з використанням систем з багатьма входами і багатьма виходами є актуальним та своєчасним.

Постановка завдання. Головною метою цієї роботи є дослідження підсистем автоматичного управління адресно-аналоговою сигналізацією для захисту підприємств на базі систем МІМО.

Виклад основного матеріалу. Інформаційна безпека підприємства – це стан захищеності корпоративних даних, за якої забезпечується їх конфіденційність, цілісність, автентичність і доступність. Однією з найбільших проблем інформаційного суспільства є захист інформації, оскільки дані, що обробляються і накопичуються обчислювальною технікою, стали останнім часом визначати напрям діяльності і багато інших аспектів життя сучасних підприємств. За допомогою незаконного володіння інформацією можна здійснювати найрізноманітніші протиправні діяння, наприклад, виробляти незаконний оборот фінансових коштів, отримувати доступ до секретної комерційної інформації. Слід зазначити, що конфіденційна інформація представляє величезний інтерес для конкуруючих фірм. Саме вона стає причиною посягань з боку зловмисників. Багато проблем інформаційної безпеки пов'язані з недооцінкою важливості такої загрози, як конфіденційність інформації. В результаті для підприємства це може обернутися банкрутством. Щоб цього уникнути, використовується обладнання, яке виробляє аналіз електромагнітних випромінювань, одержуваних під час роботи в приміщеннях та на території підприємства [1].

Автоматизація процесу захисту даних – ключовий процес під час організації повноцінної системи роботи підприємства. Різноманітні підсистеми забезпечення інформаційної безпеки часто погано взаємодіють один з одним, породжуючи конфлікти, де є величезна кількість подій і сповіщень. Аналіз і реагування на події інформаційної безпеки припускають значний людський ресурс цієї служби, що не завжди можливо і раціонально. Крім того, істотно ускладнюються управління системою і отримання комплексної інформації про рівень захищеності ключових підсистем. Всі ці аспекти вимагають уніфікованого підходу під час створення і експлуатації системи забезпечення захисту підприємства. У цих умовах важливим стає об'єднання всіх застосовуваних захисних заходів у єдиний, адекватний реальним загрозам і адаптивно керований комплекс, що дозволяє досягати необхідного рівня захисту підприємства з використанням засобів автоматизації та візуалізації інформації, що надається [4].

З одного боку, ми маємо потребу в захищеності підприємства і автоматизації процесів, а з іншого боку, не можемо втрачати швидкість передачі даних та обробки інформації в таких каналах, тому розгля-

даємо канал МІМО як впровадження в підсистеми автоматичного керування сигналізацією для захисту підприємств. Одна з основних ідей, що лежать в основі обробки сигналів просторово-часових бездротових систем МІМО, протягом яких природний розмір даних цифрового зв'язку доповнюється просторовим виміром, властивим використанню безлічі розподілених антен, тобто використання декількох антен, розташованих на різних точках. Відповідно, бездротові системи МІМО можна розглядати як логічне розширення для інтелектуальних антен, які вже багато років використовуються для поліпшення бездротового зв'язку. Перебуваючи між передавачем і приймачем, сигнал може приймати багато шляхів. Крім того, переміщаючи антени навіть на невелику відстань, використовувани доріжки будуть змінюватися. Різноманітність доступних шляхів відбувається в результаті кількості об'єктів, які з'являються з боку або навіть прямим шляхом між передавачем і приймачем. Раніше ці множинні шляхи служили тільки для введення перешкод. З МІМО, ці додаткові шляхи можуть бути використані з користю для забезпечення додаткової надійності радіолінії, шляхом поліпшення відносини сигнал / шум або збільшення пропускної здатності каналу зв'язку [2–3].

Є два основні формати МІМО:

1) Просторове рознесення: рознесення передачі і прийому.

2) Просторове мультиплексування: ця форма МІМО використовується для забезпечення додаткової ємності даних, методом використання різних шляхів для перенесення додаткового трафіку, тобто збільшення пропускної здатності даних.

Ці дві методології використовуються для поліпшення відносини сигнал / шум, і вони характеризуються поліпшенням надійності системи по відношенню до різних форм завмирання. В результаті використання декількох антен бездротова технологія МІМО здатна значно збільшити пропускну здатність каналу [3]. Канал зв'язку, побудований на базі систем МІМО, представлений на рисунку 1.

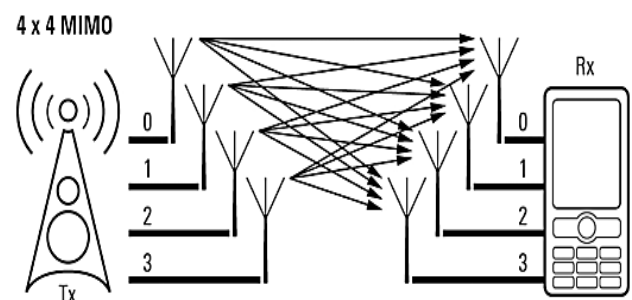


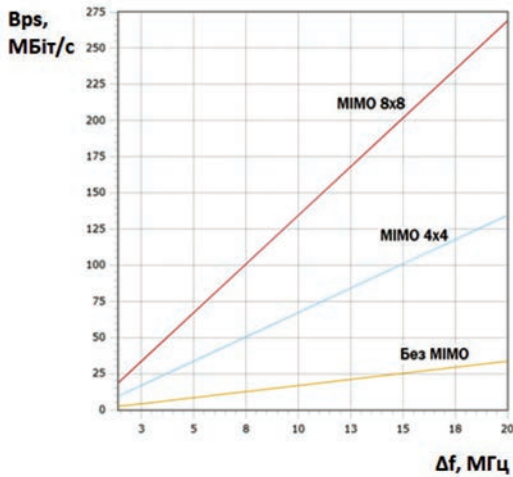
Рис. 1. Канал зв'язку на базі систем МІМО

Поліпшення характеристик швидкості передачі і обробки інформації в каналах зв'язку на базі MIMO систем досягається за рахунок багатoelementних антен, як на передавальній, так і на приймальній стороні. Технологія MIMO дозволяє зменшити ймовірність помилок без зниження швидкості передачі. Важливо підкреслити, що саме технологія MIMO дуже вдало підійшла під активно розвинуту технологію мультиплексування за допомогою ортогональних піднесучих Orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) так широко використовуваний в останні роки. Саме зв'язка OFDM-MIMO дозволила отримати на сьогоднішній день зростання високошвидкісних і перешкодозахисних цифрових каналів зв'язку.

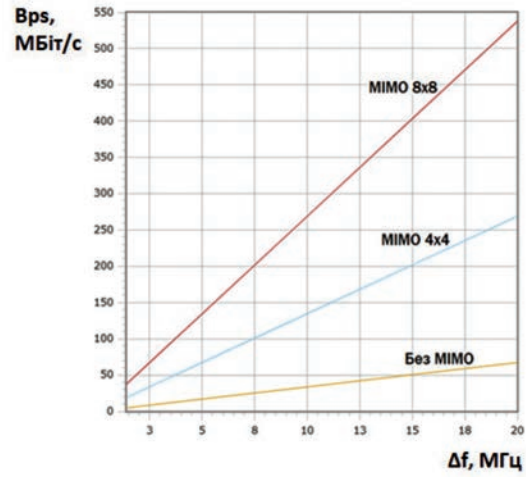
Грунтуючись на теорію аналізу MIMO каналів зв'язку були отримані залежності втрат на трасі поширення залежно від конфігурації антен-

них елементів на передавальній і приймальній стороні цифрового каналу зв'язку. Залежності були отримані для чотирьох типів модуляції – quadrature phase shift keying (QPSK), quadrature amplitude modulation 16, 64, 256 (16QAM, 64QAM, 256QAM) та каналів зв'язку MIMO 4x4 і 8x8, та каналу зв'язку без MIMO (рис. 2).

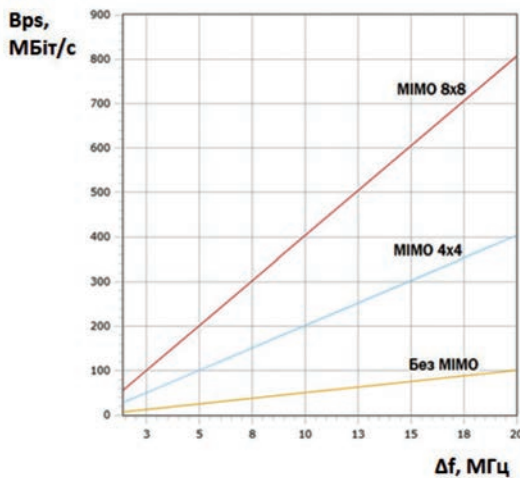
Збільшуючи кількість прийомних і передавальних антен, можна лінійно збільшити пропускну здатність каналу з кожною парою антен, доданих в систему. Це робить бездротову технологію MIMO однією з найважливіших бездротових технологій, яка використовується в останні роки. Оскільки спектральна смуга пропускання стає все більш цінним товаром для систем радіозв'язку, необхідні методи для більш ефективного використання доступної смуги пропускання. Бездротова технологія MIMO є одним з цих методів.



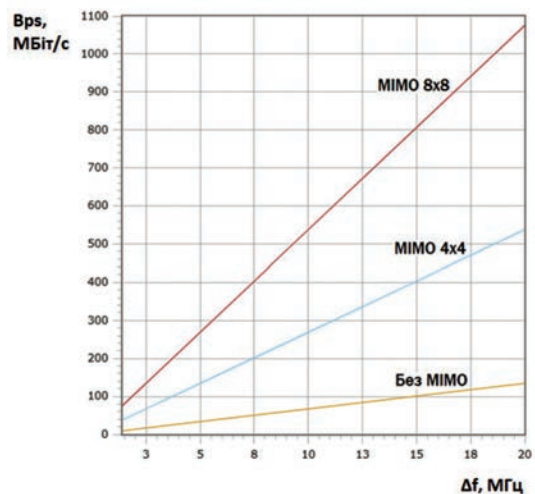
а) Залежність в каналах з QPSK модуляцією



б) Залежність в каналах з 16QAM модуляцією



в) Залежність в каналах з 64QAM модуляцією



г) Залежність в каналах з 256QAM модуляцією

Рис. 2. Швидкість передачі даних в каналах на базі MIMO систем в порівнянні з їх відсутністю

Вживаючи підвищення швидкості передачі в каналі зв'язку на підставі МІМО систем, канал для захисту інформації аналогово-цифрової сигналізації матиме швидкість обробки даних набагато вище, ніж в каналах з однією передавальною чи приймальною антеною. При цьому автоматичне керування такою системою буде забезпечено з високою швидкістю і надійністю.

Висновки і пропозиції. Один з методів підвищення пропускної здатності в каналах зв'язку і якості інформації, що передається є використання каналів МІМО. Для того щоб розробникам адекватно оцінити і правильно побудувати підсистеми автоматичного

управління адресно-аналоговою сигналізацією для захисту підприємств із застосуванням в таких системах каналів МІМО, необхідно знати за яких умов досягаються мінімальні і максимальні можливості пропускної здатності. Тому були отримані залежності пропускної здатності від кількості антен на передавальній і приймальній стороні залежно від типу модуляції в каналі на трасі поширення. З отриманих результатів можна зробити висновки про те, які зміни антенних систем на базовій станції є найбільш відповідними. Ці результати мають практичний інтерес для розробників підсистем автоматичного керування сигналізацією для захисту підприємств.

Список літератури:

1. Трунова А.В. Обеспечение информационной безопасности предприятия. *Современные инновации*. 2018. № 4 (26). С. 17–19.
2. Fesenko S.D., Shumilov Y.Y., Egorov A.D., Filimontsev A.S., Shinkarenko A.A., Rubin D.T., Evseev V.L. Fire alarm system communication protocol research based on the components of the «Bolid C2000M» system. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 31st January 2015. № 3. С. 451–459.
3. Tynchenko V.S., Kukartsev V.V., Tynchenko V.V., Chzhan E.A., Korpacheva L.N. Automation of monitoring and management of conveyor shop oil-pumping station of coal industry enterprise. *IPDME2018 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2018. №194. С. 14–19.
4. Stouffer K., Lightman S., Pillitteri V., Abrams M., Hahn A. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems, Distributed Control Systems (DCS), and Other Control System Configurations such as Programmable Logic Controllers (PLC). *NIST Special Publication 800-82 Revision 2 Final Initial Public Draft*. 2013. №2. С. 124–129.

Sharapova O.V., Kosten T.B. SUBSYSTEMS OF AUTOMATIC CONTROL OF ADDRESS-ANALOG SIGNALING FOR PROTECTION OF ENTERPRISES BASED ON MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT

Theoretical issues of organization of the subsystem of automatic control of address-analog signaling for protection of enterprises on the basis of technologies with many inputs and many outputs are investigated. The subsystems of information protection at the enterprises and the problem of information processing in such systems are considered. Automation of the process of personal data protection is a key process in the organization of a full-fledged system of work and protection of personal data at the enterprise. Heterogeneous information security subsystems often interact poorly with each other, creating conflicts and a huge number of events and notifications. Analysis and response to information security events involve a significant human resource of this service, which is not always possible and rational. The considered technology, which allows to solve the problem of covering a large amount of information without losing network bandwidth, is a technology with many inputs and many outputs Multiple Input Multiple Output (MIMO). MIMO is a method of spatial signal encoding that allows you to increase the bandwidth of the channel, which uses two or more antennas for data transmission and the same number of antennas for reception. Due to the fact that the demand for automatic systems for protection of enterprises with high transmission rate and the level of stability of the channel is growing, the urgency of developing automatic control systems for address and analog signaling for enterprise protection using systems with many inputs and many outputs is relevant and timely. task. On the one hand, we need enterprise security and process automation, and on the other hand, we cannot lose the speed of data transmission and information processing in such channels. The main purpose of this work is to study the subsystems of automatic control of address-analog signaling for the protection of enterprises based on MIMO systems.

Key words: security, information security, enterprise protection, communication channels, MIMO.