

## **ВІДГУК**

офіційного опонента доктора технічних наук, професора  
Юдіна Олександра Костянтиновича  
на дисертаційну роботу

Сорокіна Дениса Володимировича на тему:  
«МЕТОДИКА СТВОРЕННЯ ЗАХИЩЕНИХ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МЕРЕЖ  
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАДАННЯ  
ПРОМИСЛОВИХ СЕРВІСІВ»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії  
за спеціальністю 125 – Кібербезпека

### **Актуальність теми дисертації**

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального наукового завдання, сутність якого полягає в розробці методики створення захищених спеціалізованих мереж з метою підвищення ефективності надання промислових сервісів.

Показано, що основними засобами протидії загрозам інформаційної та кібербезпеки, залишаються комплекс засобів адміністративно розпорядчих дій та впровадження систем захисту інфраструктури від зовнішнього несанкціонованого доступу та незаконного заволодіння конфіденційними даними. Виконаний аналіз кібератак за останні п'ять років (BlackEnergy, TeleBots, CryptoLocker, GreyEnergy, Industroyer, Petya та NotPetya, BadRabbit, Buhtrap, WannaCry, TeslaCrypt, Nyetya) показав, що більшість атак припало на критичну інфраструктуру, енергетичних, транспортних, логістичних підприємств.

Відповідно до сьогоденних суспільних викликів, та можливих ризиків, які мають місце в приватних мережах, в дисертаційному дослідженні розглянуто альтернативні підходи та методики розгортання, побудови приватних промислових мереж.

Розроблена методика в даній роботі дозволить створювати гнучку систему, яка вирішуватиме потреби бізнесу, пов'язаного з автоматизацією промислового виробництва та інформаційної безпеки.

### **Загальна характеристика дисертаційної роботи**

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг дисертації. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

**В першому розділі** проаналізовано спеціалізовані промислові мережі та сервіси, які розгортаються для роботи у специфічних середовищах, та базуються на різних технологіях побудови мереж (MODBUS, CAN, ASi,

промисловий Ethernet), де за основу взято проводові лінії зв'язку, які не дозволяють швидко розгорнути мережу для потреб бізнес-процесів в вугільній та гірничозбагачувальній промисловості.

Досліджено конвергентні сервіси промислової необхідності, такі як:

- сервіс обліку рухомої техніки та матеріальних засобів;
- сервіс M2M, управління безпілотними апаратами та машинами;
- сервіс оперативного групового зв'язку Voice/ PtT;
- сервіс передачі потокового відео;
- сервісів телеметрії та взаємодії датчиків;
- сервіс передачі геолокації співробітників та техніки;
- сервіс безпеки доступу, сигналізації та аварійного оповіщення;
- сервіс селекторного, конференц та відеоконференц-зв'язку.

Показані основні вимоги до спеціалізованих промислових мереж.

Запропоновано і проаналізовано проблеми, складності та ризики промислових мереж що працюють в особливих умовах. А також наведені методи для вирішення проблем з моделювання приватної високошвидкісної мережі радіодоступу та проаналізована їх ефективність.

**У другому розділі** обґрунтовано причини, що впливають на електричні характеристики гірських порід, які розраховуються в лабораторних умовах, а також залежать від частоти та параметрів радіоканалу. Отримані результати теоретичних розрахунків, які можуть бути покладені для планування приватних мережевих рішень.

Виведено формули залежності електромагнітного опору та встановлено, що діелектрична проникність зразків пісковиків (найбільш представницькі породи з яких складають вугільні родовища) знаходяться в діапазоні частот 0,1-1 МГц.

Теоретично встановлено, що електропровідність гірських порід в вугільних шахтах становить  $10^{-3}$  См/м, а коефіцієнт поглинання радіохвиль для цих же порід на частоті 200 кГц знаходяться в межах 0,017-0,027 Нп/м.

Визначено електричні характеристики середовища, а також оптимальний частотний діапазон, відстань і найбільш ефективну складову електромагнітного поля при здійсненні радіодоступу в шахтах.

Отримані теоретичні результати досліджень можуть застосовуватись для проектування радіоканалів передачі інформації, з метою надання промислових сервісів (контроль тиску, теплового, газового, пилового режиму роботи шахт, управління технологічними процесами) на підприємствах вугільної та гірничої промисловості.

**Третій розділ** присвячено розробці методики проектування захищеної промислової мережі радіодоступу в особливому середовищі.

По результатам аналізу запропонованих сценаріїв - розгортання приватної промислової мережі, та використання фізичного ресурсу (використання частотного спектру), запропоновано функціонально-логічну структуру приватної мережі LTE.

Удосконалено схему організації фізичної доступності елементів експериментальної промислової мережі (RAN, Core системи), що вирішує

питання доступності мережі при виникненні промислових інцидентів на підприємстві.

Розроблено алгоритм планування захищеної промислової мережі для розгортання в особливому середовищі.

За результатами експериментального дослідження поширення електромагнітних хвиль в особливому середовищі, що розраховано в діапазоні 900\1800\2600 мГц., зроблено висновок стосовно раціонального розгортання промислової мережі в частотному діапазоні 900 мГц, що задовольняє умовам доступності для організації сервісів промислової необхідності підземного промислового об'єкту.

Експериментальним дослідженням встановлено розрахунок пропускної спроможності в особливих умовах на рівні :

$$ReNB_{DL} = 58,6 \times 2 = 117,2 \text{ Мбіт/с}$$

$$ReNB_{UL} = 25,08 \times 2 = 50,16 \text{ Мбіт/с}$$

За результатами виконання моделювання та математичних розрахунків приватної захищеної мережі LTE на шахті Ювілейна, (що дозволить розгорнути інформаційну мережу в особливих умовах), встановлено: розрахунок на базі методу К-параметрів, дозволяє більш точно оцінити поширення сигналу; точність поширення сигналу досягається до 87%.

Особливістю запропонованої методики є орієнтація на захищеність промислової мережі радіодоступу в особливому середовищі.

**В четвертому розділі** приділено особливу увагу на проектування спеціалізованих промислових мереж, що працюють в особливих умовах, а саме:

1. Середовище, в яке потрапляють горючі речовини у вигляді туману, пилових частинок, парів шкідливих речовин або газу, стає потенційно небезпечним середовищем, що може призвести до виникнення вибуху або загоряння, саме тому обладнання, мережа та механізми, призначені для експлуатації в подібних умовах, повинні спочатку розроблятися з урахуванням комплексних вимог пожежної безпеки та вибухобезпеки.

2. Всі мережі та електричне обладнання, яке використовується у вибухонебезпечному, або потенційно вибухонебезпечному середовищі повинні вироблятися у відповідності до міжнародних та європейських стандартів, щоб звести до мінімуму можливість вибуху обладнання що працює в особливих умовах.

3. Обладнання та мережі, що проектуються для таких умов експлуатації, повинні включати запобіжні засоби та системами захисту, а також проводитись випробування у відповідності до технічних регламентів та контролюючих умов.

**Висновки** дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну і практичну цінність досліджень.

Список використаних джерел та посилань на них у тексті дисертації свідчить, що під час роботи було проаналізовано всі сучасні результати наукових досліджень провідних вчених світу.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи достатньо висвітлені в публікаціях фахових наукових журналів та на науково-технічних міжнародних конференціях.

### **Наукова новизна дисертаційної роботи**

**Мета дисертаційної роботи** – підвищення доступності мереж та сервісів в особливих умовах гірничої та вугільної промисловості.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішуються наступні **задачі**:

- теоретичний аналіз поширення радіохвиль в специфічних умовах та шахтного середовища;
- визначення основних параметрів радіоканалу передачі інформації в особливому середовищі;
- розробка підходів об'єднання корпоративної та технологічної мережі в єдину промислову інфраструктуру з усіма необхідними промисловими сервісами для вугільної та металургійної галузі, на базі відомих модельних рішень;
- фізична доступність та інформаційна безпека доступу спеціалізованої промислової мережі.

**Об'єкт дослідження** - процес функціонування спеціалізованих промислових мереж радіодоступу на об'єктах гірничої та вугільної промисловості.

**Предмет дослідження** - доступність мереж та сервісів на об'єктах гірничої та вугільної промисловості.

**Наукова новизна** полягає в наступному:

- вперше запропоновано модель процесу функціонування захищеної інформаційної мережі в особливих умовах, яка базується на моделі процесу розповсюдження радіохвиль у неоднорідному середовищі з урахуванням потужності випромінювання, загасання радіосигналу та діелектричного проникнення хвиль, що дає можливість кількісно оцінювати параметри поширення сигналу у мережі та визначати оптимальні режими роботи мережевого обладнання в умовах підприємства гірничої (вугільної) промисловості;
- удосконалено методику оцінки впливу гірських порід на загасання радіосигналу, яка, на відміну від існуючих, враховує тип породи, імпеданс поля біля межі розділу гірських порід, хвильове число повітря, потужність шару та шаруватість структури поверхонь порід у зоні розповсюдження сигналу, що дає можливість проектувати топологію високошвидкісної мережі доступу у залежності від прогнозованих умов її функціонування;
- удосконалено методику забезпечення доступності промислових високошвидкісних мереж в особливому середовищі, яка, на відміну від існуючих, враховує параметри базових технологій розгортання мережі та її інфраструктуру, перелік сервісів, які надаються мережею, алгоритми аварійної маршрутизації та резервування. Реалізація зазначеної методики

дозволяє динамічно змінювати конфігурацію мережі у залежності від зміни умов функціонування та необхідного рівня доступності мережі.

### **Методи досліджень, використані в дисертаційній роботі**

Для досягнення поставлених в дисертаційній роботі задач використовуються загальнонаукові і спеціальні методи пізнання. Застосування діалектичного методу дало можливість дослідити динаміку розвитку спеціалізованих інформаційно-промислових мереж, вказати на зміни, що відбувалися в процесі розвитку промислових мереж. Методи аналізу та синтезу використовувалися в процесі всього дослідження, зокрема під час аналізу та вивчення специфічного середовища в якому відбувається поширення електромагнітних хвиль. Системно-структурний метод використовувався при дослідженні підсистем промислових мереж та сервісів промислової необхідності.

### **Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами та темами**

Обраний напрям досліджень відповідає тематиці науково-дослідних робіт, виконаних у Державному університеті телекомунікацій, а саме: "Контроль та прогнозування перевантажень в комп'ютерних мережах" (ДР № 0120U105655) та "Система електронного документообігу з використанням хмарних технологій" (ДР № 0120U103151). (Державний університет телекомунікацій).

### **Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій**

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі Сорокіна Д.В. впливають з подальшого:

- теоретичні дослідження досягаються ретельним багатостороннім системним аналізом реально існуючих процесів у галузі кібербезпеки взагалі та в об'єкті дослідження зокрема;
- отримані теоретичні матеріали добре узгоджуються з відомими фактами, не суперечать теорії;
- матеріали дисертації доповідались і обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

### **Зауваження до дисертації**

1. У першому розділі недостатньо приділено уваги аналізу методів та засобів інформаційної безпеки промислових мереж.
2. Алгоритм проектування та планування приватної промислової мережі радіодоступу LTE (рис. 3.3., стор. 111) представлений схематично на загальному рівні без необхідної деталізації особливостей реалізації таких блоків, як зокрема, блоки "Отримання вхідних параметрів (електромагнітна проникність середовища поширення сигналу).

3. У дисертаційній роботі відсутня нумерація деяких формул та посилання на них.

4. Робота має переважно теоретичний характер і містить мало експериментальних даних.

Відзначені зауваження не впливають на загальну, безперечно, позитивну оцінку дисертаційної роботи, оскільки робота має завершеність, а одержані нові наукові результати доцільні до впровадження захищених спеціалізованих мережах України.

## ВИСНОВКИ

Дисертація Сорокіна Дениса Володимировича є закінченою науковою роботою, що містить нові науково-обґрунтовані результати, важливі на сучасному етапі перспективного розвитку кібербезпеки і відповідає вимогам спеціальності 125 – Кібербезпека.

За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор – Сорокін Денис Володимирович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 – Кібербезпека.

### Офіційний опонент,

завідувач спеціальної кафедри СК-31

Навчально-наукового інституту інформаційної безпеки

Національної академії СБ України

доктор технічних наук, професор

«12» 04 2021 року

Олександр ЮДІН

### ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ

Перший проректор

Національної академії СБ України

доктор педагогічних наук, доцент

«14» 04 2021 року

Володимир АРТЕМОВ

