

Запобігання поширенню коронавірусу за допомогою технології радіочастотної ідентифікації

Байдюк А. В., ORCID [0000-0002-1934-5178](https://orcid.org/0000-0002-1934-5178)

Кафедра акустичних та мультимедійних електронних систем ames.kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)

Київ, Україна

Анотація—У статті розглянуто методи запобігання поширенню коронавірусу за допомогою сучасних технологій. Розглянуто призначення системи SafeZone та системи Triax Proximity Trace для визначення місця розташування різних об'єктів у реальному часі. Наведені основні характеристики RTLS систем з використанням технології UWB. Виконано порівняльний аналіз систем для запобігання поширенню коронавірусу у рамках підприємства. Обґрунтована доцільність використання цих систем.

Ключові слова — радіочастотна ідентифікація; SafeZone; радіочастотні мітки; зчитувачі; RTLS-системи; технологія UWB; Triax Proximity Trace.

I. ВСТУП

Технологічна галузь постраждала від коронавірусу. Призупинення виробництв, збій у ланцюжках поставок, закриття магазинів позначилося на прибутку технологічних корпорацій. Але є і друга сторона медалі. Коронавірус не тільки прискорив цифрову трансформацію підприємств — багатьом довелося перенести майже всі процеси в онлайн — але і змусив вчених знайти нові способи використання високих технологій у своїх цілях. Підприємства стикаються зі значними проблемами у дотриманні вказівок щодо соціального дистанціювання, і вони не мають реального розуміння того, чи дотримуються ці вказівки в їхніх закладах. Тому метою цього дослідження є аналіз можливостей технології радіочастотної ідентифікації (RFID) для забезпечення безпеки працівників, відстежуючи близькість або місцезнаходження кожного. Система SafeZone компанії Kinexon [1] та система Triax Proximity Trace [9] — ефективні рішення для запобігання поширенню коронавірусу у рамках підприємства.

II. СИСТЕМА SAFEZONE

SafeZone — це унікальна та потужна активна технологія RFID. Вона проста у використанні та не потребує великих коштів.

Мініатюрні контролери можуть одночасно працювати з декількома радіочастотними мітками (тегами) передаючи їм та приймаючи від них сигнали. Вони мають можливість створювати самовідновлювальні мережі, в яких кожна мітка може не тільки передавати інформацію а і слугувати ретранслятором сигналів від інших міток. Мітки працюють з будь-яким датчиком навколишнього середовища (відстань, рух

тощо), щоб відстежувати, знаходити та контролювати позначені пристрої та контролювати доступ. Система забезпечує локальні оповіщення у режимі реального часу — наприклад, сигнал тривоги — або на відстані через захищений зв'язок за допомогою тексту, комп'ютера або прямого сигналу. SafeZone — це безпечна, зашифрована автономна система [1].

Якщо виробничий процес передбачає взаємодію з людьми та потенційне порушення правил соціального дистанціювання, то технологія SafeZone стане у нагоді. Як вдалий приклад впровадження розглянемо використання Швейцарською інжиніринговою компанією Oerlikon технології SafeZone для запобігання поширенню коронавірусу на підприємстві. Oerlikon — це один із провідних світових постачальників обладнання для обробки поверхонь та створення штучного волокна. Штат компанії налічує 11 000 працівників у 182 філіалах, що розташовані у 37 країнах.

27 січня 2021 р компанія ввела в експлуатацію систему для управління безпекою працівників шляхом формування попередження про зближення і відстеження контактів у разі позитивного результату тесту на COVID-19. Технічне рішення було втілене в життя компанією Kinexon [2]. Рішення складається з міток, які використовують надширокопasmові (UWB) сигнали, які носять співробітники, а також хмарного програмного забезпечення для управління зібраними даними. Система передбачає текстові та електронні сповіщення у випадку порушення допустимої дистанції між працівниками [рис. 1]. Усі випадки контакту реєструються в системі. Технологія забезпечує анонімність і захист конфіденційності даних співробітників.





Рисунок 1 — Реакція міток SafeTags (зазначені червоним) при наближенні об'єктів ближче, ніж 2 метри

SafeZone призначена для попередження працівників. Носимий датчик генерує миттєві звукові та світлові сигнали та надсилає сповіщення у хмарне сховище, що дозволяє уникнути занадто близьких контактів [3]. Ці внутрішні дані програмного забезпечення збираються лише з метою забезпечення швидкого відстеження контактів. Інформація про контактні випадки дозволяє компаніям вживати заходів для формування безпечного та здорового робочого середовища. Система, заснована на мітках, що здійснюють передачу даних від міток до міток, без використання фіксованої інфраструктури.

кадрів, і дані використовуються лише для цілей відстеження контактів у разі позитивного результату тесту. У разі зараження працівник повідомляє про результати у відділ кадрів, який потім зв'язується з усіма, хто знаходився у зоні дії зараженої особи протягом останніх кількох днів. Інструменти візуалізації дозволяють бачити випадки контактів за часом, місцем розташування та тривалістю.

III. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІI RTLS З ВИКОРИСТАННЯМ UWB

RTLS (Real-Time Locating Systems) — автоматизована система, що забезпечує ідентифікацію, накопичення, обробку і зберігання інформації про місцезнаходження і переміщення людей, предметів, мобільних механізмів і транспортних засобів з метою моніторингу технологічних і бізнес-процесів, сигналізації, а також з метою ретроспективного аналізу тих чи інших процесів і ситуацій.

Технології RTLS, використовуються заводами та логістичними компаніями, зі стандартним підходом, за допомогою якого єдиний інтерфейс прикладного програмного забезпечення дозволяє інтегрувати численні системи, незалежно від того, чи збираються дані через UWB, GPS, мережу 5G, Wi-Fi, FI, RFID або BLE [4].

Усі системи RTLS складаються з декількох основних компонентів: мітки, зчитувачів та програмного забезпечення для інтерпретації даних з кожного [5].

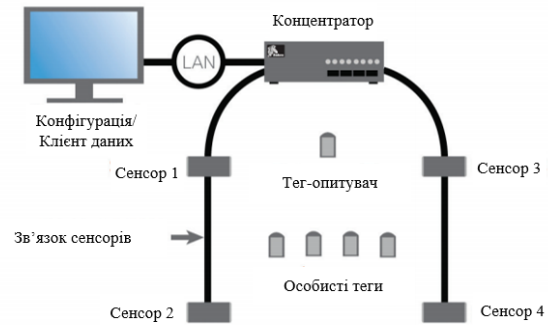


Рисунок 2 — Функціональна схема системи RTLS

Функціональна схема більш складної RTLS-системи містить більше компонентів, наприклад, додаткові сенсори та концентратор для передачі даних з сенсорів до сервера [рис. 2].

Використання активних міток UWB можливо у поєднанні з активними рідерами. З урахуванням цього фактору для визначення відстані між об'єктами використовують три основні методи: метод вимірювання подвійного шляху (Two-Way Ranging — TWR), різниця у часі приходу сигналу (Time-Difference of Arrival — TDoA), визначення кута приходу сигналу (Angle-of-Arrival — AoA).

Метод вимірювання подвійного шляху забезпечує максимальну точність і позиційну стабільність, тому використовується для локалізації працівників, інструментів і навігації безпілотних транспортних систем. Метод різниці у часі приходу сигналу в основному використовується для локалізації великої кількості об'єктів. Метод визначення кута приходу сигналу зазвичай використовується для визначення місцеположення при розташуванні об'єктів на обмеженій площі.

Альянс UWB, створений у 2018 році з філіалами у Каліфорнії, Вашингтоні, та Європі, працює над рекомендованими модифікаціями, щоб запропонувати більшу гнучкість тим, хто розробляє або використовує технології у діапазоні UWB від 3,7 до 24 ГГц.

Використання широкої полоси частот дозволяє UWB досягти високої швидкості — до 480 Мбіт/с для зв'язку. Але тільки на малих відстанях — до 3 м. На відстані до 10 м технологія дозволяє досягти 110 Мбіт/с [6].

Розглянемо характеристики основних компонентів технології UWB, які можна використовувати у системах RTLS [рис. 3].





Рисунок 3 — Обладнання технології UWB у виконанні компанії Zebra

UWB модуль — настільний пристрій для налаштувань та обліку пристроїв UWB Tag. Його можна підключити до комп'ютера, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення. Зазвичай такі пристрої забезпечують одночасне налаштування до 100 пристроїв UWB Tag та корегування діапазону зчитування UWB від 30 см до 150 см [7].

UWB Датчик — пристрій, що виявляє імпульси, що випромінюються UWB мітками і забезпечує обмін оперативною інформацією про ресурси. Забезпечує великий охоплення сигналу RTLS — зона прямої видимості до 200 метрів, а також високу точність визначення місцезнаходження у режимі реального часу — зона прямої видимості більше 30 см. Швидкість обробки міток RTLS — до 3500 міток/концентратор з частотою 1 Гц [7].

UWB зчитувач — пристрій для управління доступом, який використовує запатентовану технологію короткоімпульсних надширокодіапазонних (UWB) сигналів. Забезпечує активне RFID-зчитування дальньої дії на відстані до 200 метрів [7].

UWB-мітка — пристрій, який можна закріплювати на об'єктах або на одязі персоналу для відстеження та обліку їх місцезнаходження у будь-який момент у режимі реального часу з неймовірною точністю. Кожен пристрій має унікальний ідентифікатор і випромінює імпульси, що сприймаються датчиками UWB. Забезпечує гарну роботу у середовищах з багатопроменевим поширенням сигналів та високу точність визначення місцезнаходження у режимі реального часу у довгохвильовому діапазоні — охоплення до 200 метрів і зона прямої видимості більше 30 см [7].

Система RTLS з використанням технології UWB може бути ефективним рішенням для управління без-

пекою працівників шляхом формування попередження про зближення і відстеження контактів у разі позитивного результату тесту на COVID-19.

IV. СИСТЕМА TRIAX PROXIMITY TRACE

Світова компанія Nutrien виробляє добрива та супутні товари для сільського господарства, промислових та комбікормових компаній, виробляючи понад 25 мільйонів тонн калійних, азотних та фосфатних продуктів щорічно. Під час пандемії Нутрієн стикається з тими ж проблемами, що й інші компанії: а саме відстеження контактів працівників для запобігання передачі інфекції, а також попередження персоналу про будь-які ризики зараження. Коли справа стосується ручного методу відстеження контактів для тисяч працівників, більшість з яких перебувають там лише тимчасово, то ця задача виявляється неможливою. Тож компанія почала шукати рішення, засноване на технологіях, яке було б автономним, неінтегрованим у власні мережі, яке можна було б легко та швидко розгорнути, а також забезпечувало б простоту в управлінні системою та даними.

Nutrien запустила систему Triax Proximity Trace, яка контролює соціальне дистанціювання та забезпечує відстеження контактів. На сьогоднішній день понад 8000 співробітників використовують цю технологію. Існує план щодо розширити на додаткових об'єктах, а також у корпоративних офісах [8].

Технологія Triax Proximity Trace забезпечує активний зворотний зв'язок, у вигляді візуального та звукового сигналу, тобто люди розуміють, коли вони порушили належну соціальну дистанцію. Система також збирає інформацію про взаємодію працівників для відстеження контактів, у випадку, якщо хтось з працівників отримав позитивний тест.

Завдяки Triax Proximity Trace можна визначити ступінь контакту працівників з тим, хто отримав позитивний тест, наприклад, за класифікацією CDC: Subject 0: підтверджена заражена особа; Subject 1: тісний контакт з Subject 0; Subject 1A: Близький контакт з Subject 1; Close contact: близькість у межах 6 футів протягом 15 хв.

Складові системи: мітки, шлюзи, які розгортають у стратегічних місцях, хмарне програмне забезпечення та інформаційна панель для управління даними подій близькості.

Основний пристрій Proximity Trace, TraceTag прикріплюється до одягу працівників або касок і створює звукове та візуальне сповіщення для тих, хто перебуває на відстані 6 футів одне від одного та забезпечує відстеження контактів. Він працює на частоті 900 МГц.

Основною вимогою до мітки є робота у суворох умовах навколишнього середовища. Для цієї мети зовнішній периметр мітки герметизований високотехнологічними ущільнювальними гвинтами ZAGO [рис. 4]. На відміну від звичайних гвинтів, ущільнювальні гвинти ZAGO оснащені гумовим кільцем, яке при затягуванні утворює 360-градусне герметичне ущільнення, яке захищає TraceTag від забруднень,

таких як вода, хімікати та пил, а також дозволяє щоденне дезінфікуюче прибирання [9].

TraceTags видають попередження у режимі реального часу, коли працівники перебувають у безпосередній близькості. Близькі взаємодії, включаючи тривалість, записуються і зберігаються на TraceTag до зв'язку зі шлюзами, тоді дані передаються у хмарне сховище. Звіти про відстеження контактів доступні для завантаження. Немає залежності від клієнтського WIFI або Інтернету, а також GPS або відстеження місцезнаходження за межами місця. Акумулятор Triax TraceTag забезпечує до декількох місяців автономної роботи між підзарядками [10].

Що стосується сповіщень, то передбачене звукове попередження у режимі реального часу, а також блимання червоного світлодіода при близькій взаємодії працівників. Оповіщення та світлодіод можуть бути вимкнені для роботи системи лише у режимі збору даних. Також доступне збільшення інтенсивності сигналізації, якщо відстань між працівниками не коригується. Звук можна налаштувати до 80 децибел у шумному середовищі або ж до ледь помітного тихого звукового сигналу. Сигнал також можна тимчасово вимкнути натисканням кнопки для тісної контактної роботи.

База даних системи містить звіт про трасування, включаючи відмітку часу, тривалість взаємодії та учасників, а також управління профілем працівника, можливість керування пристроєм та адміністрування.

На багатьох підприємствах використання датчиків Proximity Trace є частиною загальнопрофільного протоколу безпеки, який включає санітарну обробку робочого місця, дотримання дистанції, санітарну обробку столів під час перерв та перевірку температури для робітників кілька разів на день .

V. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ RFID-РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІВНИКІВ

Рішення SafeZone використовує надширокосмугові (UWB) радіочастотні мітки. UWB використовує діапазони частот 3.25 - 4.75 ГГц і 6.25 - 6.75 ГГц, які не перекриваються з діапазонами бездротових мереж (WLAN) і ISM. Використання широкої полоси частот — перевага цього рішення, оскільки, дозволяє UWB досягти високої швидкості, на відстані до 10 м технологія дозволяє досягти 110 Мбіт/с.



Рисунок 4 — Trace Tag від Triax з ущільнювальними гвинтами ZAGO

У протипагу Triax Proximity Trace використовує мітки, які працюють на частоті 900 МГц.

Обидві системи використовують активні мітки з джерелом живлення, що дозволяє зчитувати на відстані до 100 м з високою швидкістю. Переваги використання активних міток у тому, що в них можливо забезпечити гарне співвідношення сигнал/шум і як наслідок велику дальність взаємодії між міткою і зчитувальним пристроєм. Мітки — багатофункціональні — забезпечують двосторонню передачу даних, звукову, візуальну або вібраційну сигналізацію. Мітки та зчитувачі мають досить високу вартість, а також слід враховувати обмеження температурного діапазону за рахунок акумулятора.

Що стосується сповіщень у системі SafeZone, коли співробітники порушують вказану безпечну відстань — 1.8 метрів, індикатор SafeTags буде блимати зеленим. Пристрій продовжить блимати, спочатку помаранчевим, а потім червоним кольором. Далі лунає гучний звуковий сигнал, якщо безпечна відстань не відновлена. Точність визначення відстані за допомогою SafeTags приблизно 10 см. Технологія Triax Proximity Trace так само забезпечує звукове попередження у режимі реального часу, а також блимання червоного світлодіода при близькій взаємодії працівників. Також доступне збільшення інтенсивності сигналізації, якщо відстань між працівниками не коригується. Сигнал також можна тимчасово вимкнути натисканням кнопки для тісної контактної роботи.

Система Triax Proximity Trace має перевагу у конструкції міток — зовнішній периметр мітки герметизований високотехнологічними ущільнювальними гвинтами ZAGO. Це захищає TraceTag від забруднень, таких як вода, хімікати та пил.

ВИСНОВКИ

Системи SafeZone та Triax Proximity Trace — це ефективні рішення для запобігання поширенню коронавірусу на підприємстві. Основна мета — це попередження про порушення соціальної дистанції та можливість привчити співробітників не нехтувати своєю безпекою. Завдяки цим системам можна визначити ступінь контакту працівників з тим, хто отримав позитивний тест, наприклад, за класифікацією CDC. Підприємство може мати повну картину потенційних хворих і відправляти на тестування реальних контактних осіб. Також, оскільки системи точно визначають осіб, які могли бути інфіковані, рішення допомагає компаніям мінімізувати зупинки операцій та зменшити ризик пов'язаних з цим витрат та затримок доставки продуктів. Розглянуті рішення — прості у реалізації, вони можуть допомогти компаніям повернутись до нормальної допандемічної діяльності.



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] "Safezone-RFID," Safezone-RFID, 2021. [Online]. Available: <http://safezone-rfid.com/>. [Accessed 27 03 2021].
- [2] C. SWEDBERG, "Swiss Manufacturer Employs Contact Tracing with UWB Devices," RFID Journal, 2021. [Online]. Available: <https://www.rfidjournal.com/swiss-manufacturer-employs-contact-tracing-with-uwb-devices>. [Accessed 20 03 2021].
- [3] "SafeZone360," RFID Global Solution, 2020. [Online]. Available: <https://rfidgs.com/safezone360/>. [Accessed 24 03 2021].
- [4] C. SWEDBERG, "UWB Alliance Teams with RTLS Open Standards Org Omlox," RFID Journal, 2021. [Online]. Available: <https://www.rfidjournal.com/uwb-alliance-teams-with-rtls-open-standards-org-omlox>. [Accessed 25 03 2021].
- [5] "What is RTLS? | An Introduction to Real-Time Location Systems," atlasRFIDstore, [Online]. Available: <https://www.atlasrfidstore.com/what-is-rtls-an-introduction-to-real-time-location-systems/>. [Accessed 23 03 2021].
- [6] S. LUR'Ye, "Sverkhshirokopolosnaya svyaz' UWB: chto eto takoye i dlya chego eto nuzhno?," IXBT, 25 06 2004. [Online]. Available: <https://www.ixbt.com/comm/uwb-tech.shtml>. [Accessed 18 03 2021].
- [7] "TEKHNLOGIYA ULTRA WIDEBAND (UWB)," ZEBRA, [Online]. Available: <https://www.zebra.com/ru/ru/products/location-technologies/ultra-wideband.html>. [Accessed 21 03 2021].
- [8] C. SWEDBERG, "Fertilizer Company Tracks Worker Safety During Manned Maintenance," RFID Journal, [Online]. Available: <https://www.rfidjournal.com/fertilizer-company-tracks-worker-safety-during-manned-maintenance>. [Accessed 15 03 2021].
- [9] "Proximity Trace From Triax Technologies," Facility Executive, 19 11 2020. [Online]. Available: <https://facilityexecutive.com/2020/11/proximity-trace-from-triax-technologies/>. [Accessed 19 03 2021].
- [10] "Proximity-Trace-Overview," 2020. [Online]. Available: <https://www.triaxtec.com/wp-content/uploads/2020/04/Proximity-Trace-Overview.pdf>. [Accessed 15 03 2021].

Надійшла до редакції 31 березня 2021 р.



The Use of Radio Frequency Identification Technologies for Preventing the Spread of Coronavirus

A. V. Baidiuk, ORCID [0000-0002-1934-5178](https://orcid.org/0000-0002-1934-5178)

Department of Acoustic and Multimedia Electronic Systems ames.kpi.ua

NTUU KPI "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Kyiv, Ukraine

DOI: [10.20535/2617-0965.eac.228210](https://doi.org/10.20535/2617-0965.eac.228210)

Abstract—This article contains description of methods to prevent the spread of coronavirus using modern technologies. Businesses face significant challenges in complying with social distancing guidelines, and they do not have a real understanding of whether these guidelines are followed in their facilities. Many companies use Radio Frequency Identification (RFID) technology to ensure the safety of employees by tracking the proximity or location of each. Kinexon's SafeZone and Triax Proximity Trace are effective solutions to prevent the spread of coronavirus within the enterprise. SafeZone is a unique and powerful active RFID technology, the purpose of which is formation of a warning about the convergence and tracking of contacts in case of a positive test result for COVID-19. The solution consists of UWB labels, worn by employees, as well as cloud software to manage the collected data. Contact information allows companies to take steps to create a safe and healthy work environment. The SafeZone solution uses ultra-wideband (UWB) radio frequency tags. UWB uses the frequency bands 3.25 - 4.75 GHz and 6.25 - 6.75 GHz, which do not overlap with the bands of wireless networks (WLAN) and ISM. RTLS (Real-Time Locating Systems) - an automated system that provides identification, accumulation, processing and storage of information about the location and movement of people, objects, mobile machinery and vehicles to monitor technological and business processes, signaling, as well as for retrospective analysis of certain processes and situations. All RTLS systems consist of several main components: tags, readers and software for interpreting data. Use of active UWB tags in these systems allows to achieve high speeds at a distance of up to 10 m, the technology allows you to reach 110 Mbps. UWB module - a desktop device for setting up and accounting for UWB Tag devices. UWB hub - a device capable of performing thousands of scan scans per second at a distance of up to 30 cm. UWB Sensor - a device that detects pulses emitted by UWB tags and provides the exchange of operational information about resources. UWB reader is an access control device that uses the patented technology of short-pulse ultra-wideband (UWB) signals. UWB-tag - a device that can be attached to objects or clothing of personnel to track and track their location at any time in real time with incredible accuracy. Triax Proximity Trace technology provides active feedback, in the form of visual and audible signal, so people understand when they have violated the proper social distance. Due to Triax Proximity Trace it is possible to determine the degree of contact of employees with those who received a positive test, for example, according to the CDC classification. Components of the system: labels, gateways that are deployed in strategic places, cloud software and information panel for managing proximity event data. Triax Proximity Trace uses tags that operate at 900 MHz. Due to SafeZone and Triax Proximity Trace solutions the company can have a complete picture of potential patients and send for testing real contacts.

Keywords — radio frequency identification; SafeZone, radio frequency tags; readers; RTLS systems; UWB technology; Triax Proximity Trace.

