

СУЧАСНІ ЗАСОБИ МОНІТОРИНГУ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ГІРНИКІВ ПІД ЧАС АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ

Лабузова А.М., аспірант, anastasiia.labuzova@donntu.edu.ua
Воропаєва В.Я., к.т.н., доцент, viktoriya.voropayeva@donntu.edu.ua
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
м Покровськ, Україна

Проблема. Гірничо-технічні та вуглевидобувні галузі нашого регіону традиційно вважаються фундаментом його економіки. Тенденції модернізації технологічних процесів та впровадження новітніх технологій задля підвищення ефективності та безпеки виробництва проявляються тут особливо помітно. Під час аварійних ситуацій виникає проблема, що полягає у складності визначення місцезнаходження підземного працівника з достатньою точністю, а також здійснення моніторингу та контролю у реальному часі показників його життєдіяльності.

Дуже важливим напрямком модернізації технологічного устаткування гірничо-видобувних підприємств є створення безпечних умов праці, чому сприятиме застосування автоматизованої системи моніторингу та контролю технологічних показників видобувних забоїв вугільних шахт, зокрема показників життєдіяльності підземних працівників.

Аналіз існуючих систем. Функціонал та принцип організації систем, що вирішують вищезазначені проблеми, обумовлюється діючою нормативною базою і тому суттєво різняться в різних країнах. Так, в Україні основним в цьому сенсі нормативним документом для вугільних шахт є «Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 N 62» [1], в якому фігурують терміни «Єдина система моніторингу - одна або кілька автономних автоматизованих систем з подібним призначенням, об'єднаних для виконання певних функцій з метою виключення їх дублювання» та «Автоматизована система протиаварійного захисту - комплекс взаємозв'язаних засобів технічного, програмного, інформаційного і організаційного забезпечення для запобігання аварійним ситуаціям» (зміни внесені згідно з Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості № 661 від 24.09.2014). Відповідно вище перерахованим нормам, існують системи позиціонування гірників у реальному часі. Прикладами таких систем є:

1. Система «RealTrac» дозволяє в режимі реального часу визначати місце розташування гірників і гірничої техніки, а також здійснювати функцію запобігання зіткненням, голосовому зв'язку, передачі даних та телеметрії [2].

2. Система «ГОРИЗОНТ» призначена для побудови в підземних виробках вугільних шахт телекомунікаційних мереж: позиціонування, аварійного оповіщення та передачі інформації від шахтних контролерів технологічного устаткування [3].
3. Система «ГОРНАС» це інформаційно-керуюча інфраструктура, призначена для моніторингу та управління технологічним обладнанням в шахті, забезпечення спостереження, оповіщення та пошуку людей, захоплених аварією [4].
4. Система «ТАЛНАХ» призначена для побудови систем гірничо-підземного радіозв'язку та автоматизації на шахтах, а так само для модернізації застарілих систем зв'язку на діючих виробництвах. Комплекс забезпечує голосовий радіозв'язок на поверхні і в підземній частині шахт, а так само передачу даних від систем автоматизованого управління, відеоспостереження та позиціонування персоналу [5].
5. Система «СПГТ-41» призначена для спостереження та позиціонування персоналу та транспорту в підземних виробках у реальному часі, візуального спостереження за технологічними процесами в режимі реального часу, організації мобільного двостороннього голосового зв'язку гірничого диспетчера з персоналом, який перебуває у підземних виробках [6].

Порівняльні характеристики вищеперерахованих систем позиціонування гірників у реальному часі

	RealTrac	ГОРИЗОНТ	ГОРНАС	ТАЛНАХ	СПГТ-41
Точність визначення місця знаходження шахтаря (м.)	5	5	7	10	15
Витримка батареї без мережного живлення (годин)	24	24	24	12	10
Відстань базових станцій одна від одної (м.)	150	100	150	200	200
Персоналізація шахтаря	+	+	+	-	-
Контроль показників життєдіяльності	-	-	-	-	-

Аналізуючи існуючі методи моніторингу гірничих робітників, не опрацьований контроль показників життєдіяльності гірника під час роботи, або аварійної ситуації, у рахунок того, що пристрій позиціонування розташований у касці робітника, і в разі завалу стан, та в деяких системах персоналізацію шахтаря неможливо контролювати. Також живлення акумулятора без мережевого підключення може триматись не більше 24 годин. У разі блокування гірника більше доби, при відсутності електроживлення існуючі система стеження перестануть позиціонувати. Для більш точного визначення місцеположення шахтаря відстань базових станцій одна від одної має бути меншою, у момент проходження сигналу по відношенню до прямолінійного шляху між передавачем і приймачем.

Модернізація існуючих систем. Для подолання недоліків в існуючих системах позиціонування гірників у реальному часі пропонується система моніторингу у вигляді «Браслету позиціонування». Данна система складається з вбудованої RFID-мітки у вигляді активного безконтактного маячка «ЕМВС - 22» та датчика контролю пульсу HRM-Run. Він призначений для моніторингу місцезнаходження гірника з точністю до 3-го метру, за рахунок передачі інформації між базовою станцією RFID-рідером (BPM) та браслетом позиціонування. Для компенсації недоліку з живленням батареї існуючих систем, пропонується використовувати автономне живлення RFID-мітки. Браслет позиціонування з активною RFID-міткою володіє власним джерелом живлення у вигляді батареї, що не залежить від енергії зчитувача, термін служби батареї від 3 до 10 років.

Алгоритм розрахунку локацій для визначення області місця розташування базових станцій (БС), задля точнішого радіуса у визначенні місця знаходження гірника може бути модернізований в існуючих системах, шляхом правильного вибору топології для встановлення БС. Для визначення області місця розташування об'єкта що пересувається (O_n) у N - розміром фізичного простору необхідно виміряти відстань від O_n до не менше ніж $(N+1)$ БС. Вимірювання відстані будуть містити неточності через непрямолінійне поширення сигналу. Дана неточність складається через додатковий шлях, по якому пройшов сигнал по відношенню до прямолінійного шляху між передавачем і приймачем. В результаті на (рис.-2) зображений набір відстаней від O_n (0) до БС (1,2,3) утворює область локацій. При локації в виробках шахти, така область буде представлена набором відрізків на графі тунелів (рис.-1). Схема розміщення базових станцій для точнішого визначення місцезнаходження гірника з використанням запропонованого алгоритму зображено на (рис.-2).

Очікувані похибки антени при визначенні планового M_n положення зв'язку можна розрахувати за такими формулами:

$$M_n = h \frac{m_l}{l}$$

де h - глибина закладення осі комунікацій, см;

ml – похибка встановлення антени, см ;
 l – довжина антени, см.

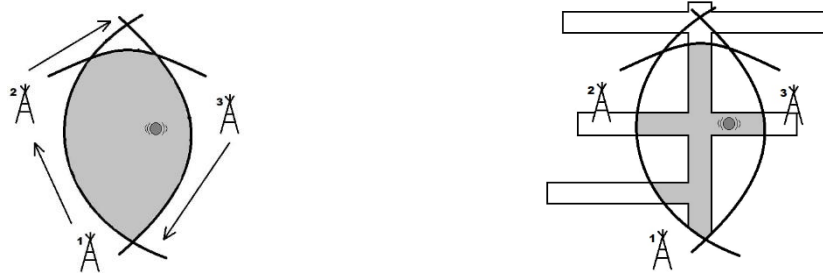


Рисунок 1. Область локації O_p на площині (рис.-1), і графі тунелів

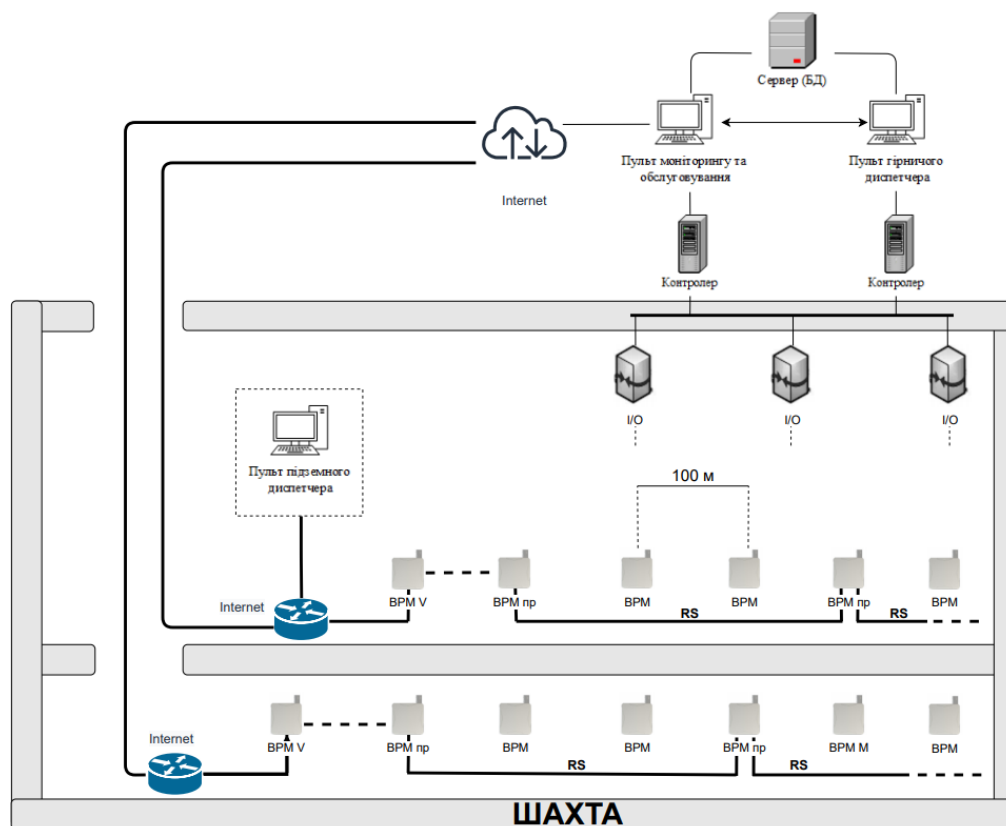


Рисунок 2. Схема розміщення базових станцій

Література

1. Правила безпеки у вугільних шахтах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 22.03.2010 N 62. [Електронний ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-10/print>
2. [Електронний ресурс] <https://real-trac.com/ru/privacy-policy/>
3. [Електронний ресурс] <https://dprom.online/mtindustry/kompleks-gorizont-dlya-primeneniya-v-sostave-mnogofunktsionalnyh-sistem-bezopasnosti-mfsb-ugolnyh-shaht-i-rudnikov/>

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНОЇ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ [Електронний ресурс]

<https://lib.usue.ru/resource/free/retro/10/m469885.pdf>

5. [Електронний ресурс] <http://uk42.ru/assets/files/IMG/2018/2018-02/2018-05-25-min.pdf>

6. ТОВ «Уральські Технологічні Інтелектуальні Системи» ОКП 31 4870. Система позиціонування та радіозв'язку «СПГТ-41-Р» [Електронний ресурс] <http://www.mti-spb.com/lib/SPGT-41.pdf>

Анотація

Запропоновані підходи до модернізації автоматизованої системи моніторингу та контролю технологічних показників видобувних забоїв вугільних шахт, зокрема показників життєдіяльності підземних працівників, що дозволяє забезпечити операторський контроль за технологічними процесами у реальному часі. Запропонована структура «Браслету позиціонування» з вбудованою RFID-міткою у вигляді активного безконтактного маячка «ЕМВС22» та датчиком контролю пульсу HRM-Run. Данна система характеризується оптимальним поєднанням провідних і бездротових каналів зв'язку. Запропоновані стаціонарні базові станції мережі, з індивідуальною зоною покриття.

Ключові слова: моніторинг, активна RFID-мітка, позиціонування, показники життєдіяльності, передача даних, шахтар.

Аннотация

Предложены подходы к модернизации автоматизированной системы мониторинга и контроля технологических показателей добывающих забоев угольных шахт, в частности показателей жизнедеятельности подземных работников, что позволяет обеспечить операторский контроль за технологическими процессами в реальном времени. Предложена структура «Браслета позиционирования» со встроенной RFID-меткой в виде активного бесконтактного маячка «ЕМВС22» и датчиком контроля пульса HRM-Run. Данная система характеризуется оптимальным сочетанием проводных и беспроводных каналов связи. Предложены стационарные базовые станции сети, с индивидуальной зоной покрытия.

Ключевые слова: мониторинг, активная RFID-метка, позиционирование, показатели жизнедеятельности, передача данных, шахтер.

Abstract

Approaches to modernization of the automated system of monitoring and control of technological indicators of mining mines of coal mines, in particular on indicators of vital activity of underground workers that allows to provide operator control over technological processes in real time are offered. The structure of the "Positioning Bracelet" with a built-in RFID tag in the form of an active contactless beacon "EMBC22" and a heart rate sensor HRM-Run is proposed. This system is characterized by an optimal combination of wired and wireless communication channels. Stationary base stations of the network with an individual coverage area are offered.

Keywords: monitoring, active RFID-tag, positioning, vital signs, data transmission, miner.