

## Система гірничопідземного радіозв'язку та автоматизації управління тяговими електротехнічними комплексами рудникових електровозів в умовах залізорудних шахт

В статті надано результати досліджень з виявлення можливості побудови багаторівневої системи автоматизації управління тяговими електротехнічними комплексами електровозоскладів в умовах залізорудних шахт, запропоновано принципи побудови системи гірничопідземного радіозв'язку, обґрунтовано доцільність використання волоконнооптичних ліній зв'язку та цифрових методів обробки сигналів.

**транковий радіозв'язок, шахтний транспорт, система автоматизації управління**

*Вступ. Ефективність роботи гірничорудних підприємств залежить від великого числа чинників, які можна розділити на три групи:*

- геологічні, які відомі за даними геологічної розвідки та експлуатації родовища;
- гірничо-геологічні, які характеризують обрану за техніко-економічними показниками систему розробки, її параметри та способи розробки родовища;
- організаційно-технічні в умовах даного родовища та обраної системи розробки.

Останній з названих чинників напряму залежить від оперативності дій учасників технологічного процесу та вимагає розв'язання двоєдиної задачі підвищення безпеки та продуктивності праці.

**Аналіз попередніх досліджень.** В умовах сучасних виробництв з підземними видами робіт в експлуатації знаходиться значна кількість технологічного обладнання з можливістю підключення до цифрових мереж передачі даних. Значні капіталовкладення в розвиток автоматизації та зв'язку в цілому виправдані: завдяки цим засобам раціоналізується процес видобування та переробки корисних копалин, забезпечується оперативний зв'язок з філіалами, периферійними офісами та шахтами, забезпечується контроль над роботою персоналу. Однак, багато шахт продовжують працювати на декадних або координатних АТС виробництва 60-х років минулого сторіччя [1].

Враховуючи відсутність надійного гірничорятувального зв'язку (телефонний зв'язок порушується а високочастотний не завжди надійний) заміна морально та фізично застарілого телекомунікаційного обладнання й розгортання сучасних цифрових систем радіозв'язку залишається актуальним питанням.

**Мета роботи.** Оцінка стану та визначення тактики побудови системи моніторингу за та управління шахтним транспортом в умовах рудникових шахт.

**Матеріал та результати досліджень.** Організація системи зв'язку є багатофакторною, індивідуальною для кожного підприємства задачею, яка враховує характер системи, забезпечення необхідної швидкості передачі, тощо.

При побудові цифрової системи зв'язку в умовах рудникових підземних шахт необхідно дотримуватись головних умов:

- можливість забезпечення персоналу індивідуальним та груповим мобільним зв'язком;

- можливість передачі даних для забезпечення підвищення оперативності управління технологічними процесами;

- можливість організації зв'язку з різними системами за стандартними інтерфейсами (цифровою мережею з інтеграцією послуг, з телефонною мережею загального користування тощо);

- врахування значних відмінностей електромагнітних параметрів (провідності, діелектричної та магнітної проникності) гірничого масиву навіть в межах одного й того ж горизонту шахти.

Проведені в умовах шахти «Батьківщина» (м. Кривий Ріг) дослідження [3] показують, що при потужності випромінювання 0,3 Вт максимальна відстань, на яку може бути переданий сигнал величиною 1 мкВ/м у виробітках без направляючих, які пройдено в рудному масиві, складає на частотах 165 МГц – 75 м, 10 МГц – 40 м, 20 МГц – 26 м, 28 МГц – 27 м. Для виробіток, пройдених по непровідним породам, за тієї ж потужності випромінювання на відстані 100 м від передавача напруженість поля дорівнює на частоті 1,5 МГц – 100 мкВ/м, 10 МГц – 50 мкВ/м, 20 МГц – 20 мкВ/м, 28 МГц – 1 мкВ/м. Таким чином, умови поширення сигналу в умовах залізрудних шахт дозволяють використовувати для управління електровозним транспортом хвилі декаметрового діапазону з рекомендованим інтервалом частот 27-28 МГц.

Організація каналів зв'язку з використанням рейкових шляхів як направляючих сигналу, в умовах вітчизняних залізрудних шахт (тим більше в місцях навантаження/розвантаження) достатньо проблематична. Рейкові шляхи в цих точках, як правило, засмічені рудою та заводнені. Рейкові стики найчастіше не мають електричного контакту, опір баласту виявляється низьким а опір рейок – високим, внаслідок чого надійність каналу зв'язку знижується.

Дослідження характеристик радіовипромінюючих кабелів, які можна використати як шлейфи індуктивних каналів управління [5] дозволяють зробити висновок, що передбачені норми стандартів вибухонебезпечності кабельної продукції не дозволяють забезпечити необхідного рівня безпеки в умовах залізрудних та особливо вугільних шахт.

Сучасні стандарти цифрового транкового радіозв'язку, на основі яких розгортаються комунікаційні системи, дозволяють створювати різноманітні конфігурації мереж зв'язку: від найпростіших локальних однозонових до складних багатозонових систем регіонального або національного рівня. Прикладом може слугувати система гірничо-підземного радіозв'язку (рис.1), розгорнута на основі стандарту МРТ 1327 в умовах ВАТ «ГМК «Норильський нікель» [2].

Система призначена для створення зони радіопокриття в умовах підземних виробіток та побудовано на основі радіовипромінюючого кабелю (РВК), який виступає в якості розосередженої приймально-передавальної антени. Роботу випромінювальної кабельної мережі забезпечують лінійні підсилювачі (ЛП), лінійні зчитувачі (ЛЗ) та термінальне прикінцеве обладнання (ТО).

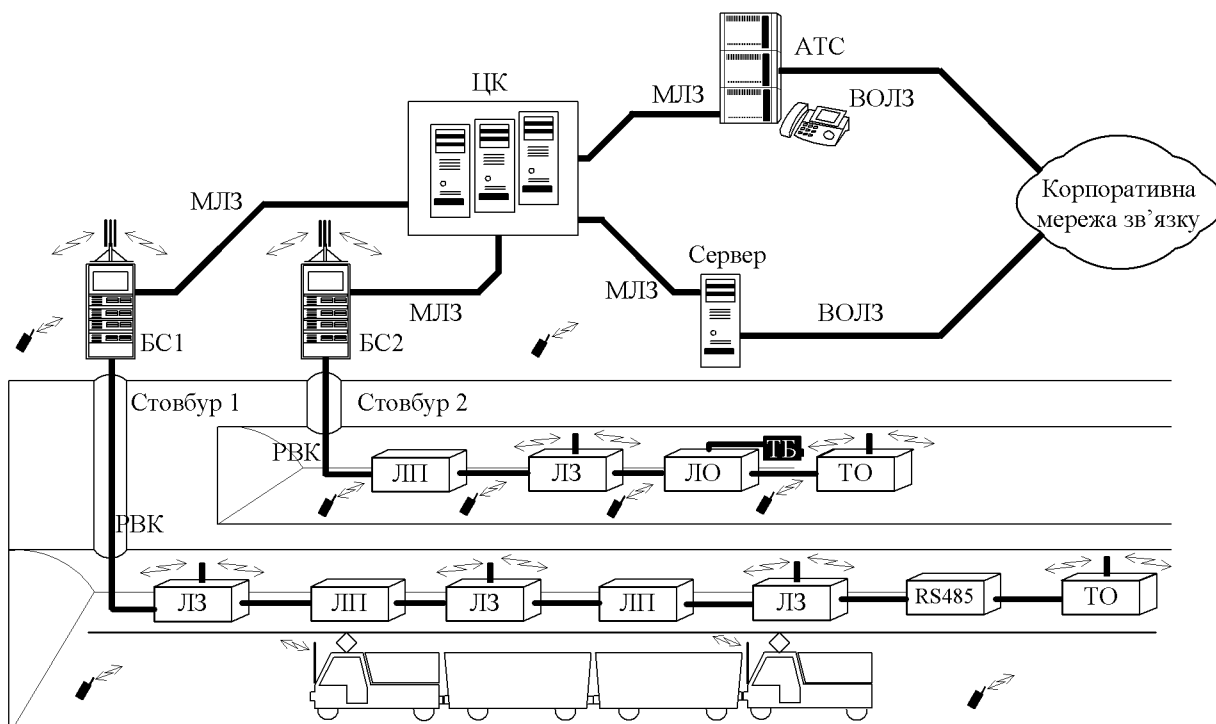


Рисунок 1 – Варіант побудови системи гірничопідземного радіозв'язку та автоматизації управління на основі комплексу обладнання Талнах

Як показує аналіз характеристик сучасних транкових систем, приведених у таблиці 1 [4], жодна з них не забезпечує передачу сигналів вказаного декаметрового діапазону.

Таблиця 1 – Характеристики цифрових транкових систем

Протокол	Статус стандарту	Дуплексне рознесення частот, кГц	Діапазон частот, МГц
MPT 1327	відкритий	$\geq 200$	136-174; 240-270; 300-540; 800-870
TETRA	відкритий	8	380-400; 410-430; 450-470; 806-825; 851-870; 871-876; 915-921
EDACS	корпоративний	30; 25; 12,5	138-174; 403-423; 450-470; 806-870
APCO 25	відкритий	12,5; 6,25; 25	138-174; 406-512; 746-869
Tetrapol	корпоративний	12,5; 10	70-520
iDEN	корпоративний з відкритою архітектурою	25	805-821/855-866

У зв'язку з викладеним раціональним бачиться побудова системи на основі оптичноволоконних ліній зв'язку, приведеної на рисунку 2, яка задовольняє умовам вибухонебезпечності та умовам поширення коротких хвиль в горизонтах шахт.

Внутрішньошахтове обладнання складається з волоконнооптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ), які сполучають підсилювально-випромінювальні пристрої, що виконують функцію зчитувачів інформації про розташування абонентів мережі (як людського персоналу так і обладнання). Узгоджувальні пристрої (УП) призначені для

перетворення частоти, яка використовується в наземному радіозв'язку в підземні хвилі декаметрового діапазону та узгоджують наземне обладнання базових станцій (БС) з абонентським обладнанням. Магістральні лінії зв'язку МЛЗ сполучають БС з центром комутації, який в свою чергу, сполучено з АТС та сервером з можливістю виходу через них у корпоративну мережу зв'язку.

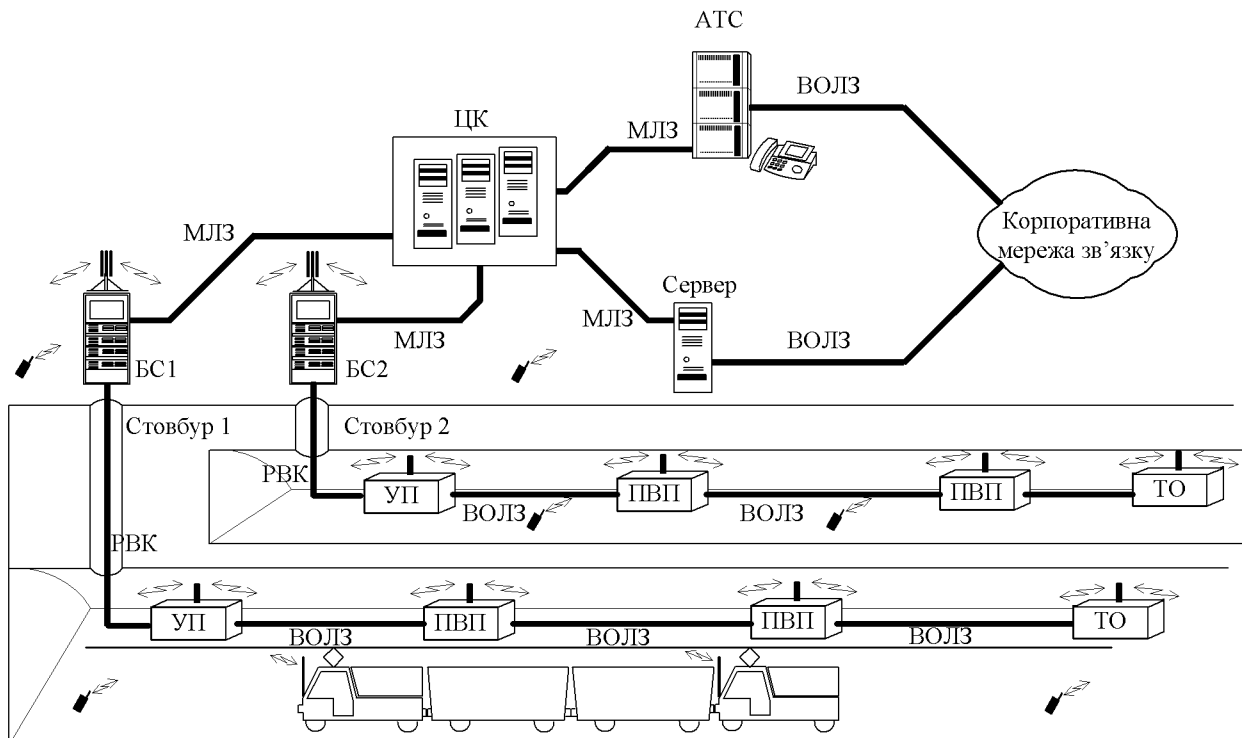


Рисунок 2 – Варіант побудови системи гірничопідземного радіозв'язку та автоматизації управління на основі оптичноволоконних ліній зв'язку

**Висновки.** В результаті досліджень проаналізовано існуючі методи та канали передачі інформації, обґрунтовано доцільність побудови системи з використанням оптичноволоконних ліній зв'язку, запропоновано структуру системи моніторингу розташування персоналу та управління станом електротехнічного обладнання електровоза з можливістю виведення інформації в центр комутації на поверхні шахти.

## Список літератури

1. Капаев А.В. Радиосвязь под землей. Проблемы и пути решения / А.Е. Капаев, А.Е. Котова. // Горная промышленность. – 2004. – №1. – С.49-52.
2. Запорощенко Д.В. Радиосвязь для «Норильского никеля» / Д.В. Запорощенко // Горная промышленность. – 2004. – №2. – С.38-40.
3. Карагаев В.И. Определение параметров радиосигналов и мощности приемо-передающего устройства промышленных электровозов при управлении по системе многих единиц в условиях рудных шахт / Карагаев В.И., Ключка А.С., Якимец С.Н., Коваль О.А., Доценко Ю.А. // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Вип. 3/2010(62) Ч.2. – Кременчук: КДУ, 2010. – С. 99-102.
4. Овчинников А. М. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи / А.М. Овчинников, С.В. Воробьев, С.И. Сергеев. // Серия изданий "Связь и бизнес". - М.: МЦНТИ, ООО "Мобильные коммуникации", 2000, 166 с.
5. Хвостов Д. О взрывобезопасности кабелей связи / Д.Хвостов, Е.Вишняков. // «Кабель news» – 2011. – №2. – С.62-69.

*С. Якимец*

**Система горноподземной радиосвязи и автоматизации управления тяговыми электротехническими комплексами рудничных электровозов в условиях железорудных шахт**

В статье приведены результаты исследований возможности построения многоуровневой системы автоматизации управления тяговыми электротехническими комплексами электровозосоставов в условиях железорудных шахт, предложены принципы построения системы горноподземной радиосвязи, обоснована целесообразность использования волоконнооптических линий связи и цифровых методов обработки сигналов.

*S. Yakimets*

**The systems radiocommunication and automation tractive electric systems mine of the train electric locomotive in iron ore mines**

The results of investigations into the possibility of constructing of layered system automation of the train electric locomotive in iron ore mines, proposed principles of the system radio expediency of using fiber optic lines and digital signal processing techniques in iron ore mines.

Одержано 15.09.12