

Відносна похибка при чотирьох випробуваннях та середня відносна похибка наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Похибки показань

Номер випробування, №	1	2	3	4
Відносна похибка, %	0,52	1,74	4,29	5,45
Середня відносна похибка, %	3,00			

Висновки. Після проведення детального аналізу конструкції, характеристик та точності показань цифрового датчика температури DS18B20 можна сказати, що дана модель датчика є недорогим, компактним приладом для вимірювання температури, який досить легко налаштувати. Проте, датчик не дає досить точних показань (відхилення складає 3% при вимірюванні температури від 11 до 25 °С), тому його використання є доцільним лише у проектах, які не потребують безпомилкових, коректних показань - наприклад, вимірювання температури в теплицях, кімнатної температури, як датчик протипожежної безпеки. У випадках, коли є необхідним більша точність показань, потрібно ввести вхідний контроль і відбір таких датчиків.

Список літератури

1. **О.В. Микитин, М.С. Чернюк** Огляд та аналіз малогабаритної мікроконтролерної техніки з великими можливостями / **Микитин О.В., Чернюк М.С.** // Вісник Криворізького технічного університету.– Кривий Ріг, 2014. - Вип. 37. – С. 122-126.
2. Опис характеристик та принципу роботи датчика температури [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
3. Описание работы с датчиком температуры DS18B20 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://blog.e-voron.dp.ua/opisanie-raboty-s-ds18b20>
4. Dallas Semiconductor's 1-Wire Protocol [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://playground.arduino.cc/Learning/OneWire>.
5. Подключение датчика температуры DS18B20 к Arduino [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://arduino-project.net/podklyuchenie-ds18b20-arduino>
6. Датчик температуры цифровой [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.sinava.ru/DS18B20.php>
7. Интерфейс 1-Wire и температурный датчик DS18B20 [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://samou4ka.net/page/interfejs-1-wire-i-temperaturnyj-datchik-ds18b20>
8. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html>
9. Подключение нескольких датчиков DS18B20 к Arduino [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://flprog.ru/FLProg/pid144781676/vpi141024639>
10. DS18B20 - Высокоточный Цифровой Термометр [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://1wire.com.ua/publ/4-1-0-3>

Рукопис подано до редакції 15.04.14

УДК 622.24: 621.921.34

К.В. ЛОБОВА, В.Й. ЛОБОВ, канд. техн. наук, доц.,

Криворізький національний університет

АНАЛІЗ І КЛАСИФІКАЦІЯ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ АСУТП БУРОВИХ ВЕРСТАТІВ

У статті показано, що реалії виробництва свердловин у залізорудних кар'єрах вимагають знаходження від бурових верстатів технічної інформації про стан роботи обладнання і технологічних параметрів свердловин та негайно реагувати на будь-які зміни, що при цьому відбуваються в реальному масштабі часу з внесенням відповідних даних при невідповідності технології буріння або аварійних режимах. Тому розглянуті різні технології та проаналізовані особливості сучасних каналів передачі даних, які можуть бути використані для діагностики та візуалізації стану роботи обладнання бурового верстату і визначення технологічних параметрів бурових свердловин. Враховані та виявлені основні їх недоліки, виконана класифікація каналів передачі даних, які по техніко-економічним показникам можуть бути використані в АСУТП бурових верстатів і системах диспетчеризації гірничо-збагачувальних комбінатів. Надані основні визначення каналів передачі даних, запропоновано використовувати бездротові системи передачі даних (по каналах стільникового зв'язку з доступом до ТМЗК і мережі Інтернет), які є найбільш ефективними каналами зв'язку для бурового верстату

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Сучасне світове виробництво рудної сировини поступово набирає темпи та розширює географію експортування. Завдяки зниженню собівартості морських перевезень активно ведеться розробка родовищ марганцю, заліза, урану в Україні. Сучасний етап розвитку гірничодобувної промисловості багатьох країн світу і в Україні характеризується концентрацією виробництва й удосконаленням існуючих технологій видобування, насамперед, за рахунок використання новітньої техніки.

Ефективне впровадження прогресивних технологічних рішень можливе за умов використання сучасних гірничих машин, оснащених автоматизованими системами управління технологічним процесом (АСУТП). Провідні виробники та велика кількість малих фірм активно розробляють проекти нових технологій, які принесуть реальні прибутки видобувним компаніям. Гірничі машини, які з мінімальним наглядом або самостійно можуть виконувати роботи, вважаються близькою перспективою гірничорудної промисловості світу.

Отже, першочерговим завданням керівників і власників гірничорудних підприємств є вдале розпорядження інвестиціями, а саме точний добір парку гірничих машин, що надалі буде сумісне поміж собою та може компонуватися в загальну електронну мережу. Як показує практика, останні розробки бурової та навантажувальної техніки провідних компаній застосовуються на рудниках багатьох країн світу, таких як Канада, Південна Африка, Латинська Америка, Австралія, Китай, Польща, Росія та Україна. У недалекому майбутньому застосування новітнього гірничого обладнання при відкритій розробці рудних родовищ України дозволить збільшити продуктивність гірничих робіт, зменшити травматизм робітників і забезпечити впровадження безлюдних технологій видобування рудних корисних копалин у нашій державі.

Бурова техніка, яка використовується на залізородних кар'єрах, потребує удосконалення процесу буріння свердловин. Як відомо, буріння (рос. бурение, англ. drilling, boring; нім. Bohren, Bohrarbeit) трудомісткий і дорогий процес, особливо в скельних породах і призначений для створення бурової свердловини, шахтного стовбура, або шпуру руйнуванням гірських порід, буріння шпурів у штучних матеріалах (наприклад, у бетоні), тобто метою буріння є створення в породному масиві свердловин та шпурів. Буріння застосовують з метою пошуків корисних копалин, видобування нафти, газу, води і розсолів, тощо.

Сьогоднішні реалії виробництва свердловин у кар'єрі по добутку залізної руди вимагають знаходження від бурового верстата технічної інформації про стан роботи обладнання і технологічних параметрів свердловини, а також негайно реагувати на будь-які зміни, що при цьому відбуваються в реальному масштабі часу з внесенням відповідних даних при невідповідності технології буріння або аварійних режимах.

Сучасний рівень розвитку технологій дозволяє створювати автоматизовані системи передачі даних для бурової техніки. Передача інформації виконується по лініям (line) зв'язку, синонімом яким є термін «канал зв'язку»(channel) і залежить від швидкодії каналу і достовірності переданої інформації.

Яскравим прикладом такої залежності від інформаційних каналів зв'язку можна назвати трейдерство. Людина, що грає на біржі, повинна володіти усіма відомостями, які впливають на котирування акцій. Більше того, йому потрібен Інтернет, щоб вчасно внести зміни у свої фішки, інакше він не отримає прибуток. Завдяки тому, що зараз активно розвиваються кабельні, супутникові та мобільні лінії зв'язку, АСУТП буровим верстатом може мати постійно працюючий такий канал, а нерідко навіть і резервний, про всяк випадок, то це доводить актуальність теми дослідження.

Аналіз досліджень та публікацій. Проблемою створення систем для контролю параметрів бурового верстату і свердловин почали займатися в світі в середині 1940-х років. В основному ці роботи проводилися в США на рівні виконання пошукових робіт. Вже на початку 1950-х рр. були створені досвідчені зразки телесистем з гідравлічним каналом зв'язку забій - гирло для вимірювання гаданого питомого опору прохідних гірських порід [1]. У подальшому проводилися пошукові роботи по розробці телесистем з провідним і електромагнітним (бездротовим) каналами зв'язку. Проте найбільше поширення за кордоном в практиці буріння отримали телесистеми з гідравлічним каналом зв'язку, хоча вони мають суттєві недоліки у відношенні до якості бурового розчину, а так само до роботи бурового насоса і бурового обладнання [1-3]. У вітчизняній практиці буріння отримали телесистеми з електромагнітним каналом зв'язку, хоча

й телесистеми з електромагнітним каналом мають свої недоліки, на передачу сигналу сильно впливають і високоомні, і низькоомні пласти [2,3].

Постановка завдання. Метою роботи є вивчення можливостей, визначення переваг та недоліків сучасних систем передачі даних, які можливо використовувати в АСУТП бурових верстатів. Для досягнення даної мети в роботі вирішуються такі завдання: класифікація систем передачі даних, докладний розгляд всіх видів систем передачі даних і короткий опис імпортного й сучасного обладнання систем передачі даних, тощо.

Викладення матеріалу та результати. Одним із завдань каналу зв'язку з буровою установкою є визначення залежності швидкості передачі інформації, пропускну здатності каналу зв'язку, параметрів каналу, характеристик сигналів і перешкод. Швидкість передачі даних від бурової техніки диспетчерського пункту значною мірою залежить від виду передавальної інформації по каналах зв'язку, в якості яких використовуються різні типи ліній з'єднань.

Так склалося історично, що системи передачі даних з кожним роком стають все більш універсальним середовищем для передачі самої різної інформації, як між кінцевими користувачами, так і між системними пристроями. Чим більше універсальність, тим більше вимог до цього каналу зв'язку. Для бурового верстату він складається з декількох компонентів, що визначаються залежно від вирішуваних завдань. Їх далеко не повний перелік: комутатори, маршрутизатори, між мережеві екрани і мости, мультиплексори, різні конвертери фізичного середовища і інтерфейсів передачі даних, точки бездротового доступу, клієнтське обладнання і програмне забезпечення управління обладнанням. Також практично всі сучасні системи бурового верстату повинні мати у своєму складі вбудовані компоненти для організації передачі різномірних даних (службовий «горизонтальний» трафік між пристроями, дані управління між диспетчерським пунктом та пристроями, мультимедійний трафік), що мають безпосереднє відношення до систем передачі даних.

Найбільшою мережею передачі даних є мережа Інтернет. У даній час Інтернет є всесвітньою мережею, що складається із сполучених між собою комп'ютерів. Інтернет дозволяє будь-якому користувачеві, що має вихід в мережу, отримати доступ до всіх інформаційних ресурсів, що зберігаються на сайтах (комп'ютерах-серверах) по всьому світу. Мережа Інтернет забезпечує роботу бурового верстату, що дозволяє передавати повідомлення іншим користувачам мережі і отримувати повідомлення від них.

Також Інтернет дає можливість передавати файли про стан свердловини, а за допомогою спеціальних програм (браузерів) шукати і виводити на свій дисплей будь-яку інформацію, наявну в мережі Інтернет. І це ще не повний список.

По мірі збільшення різноманітності наявної в мережі Інтернет інформації (вчинені вражаючий якісний стрибок від простих текстових файлів до складної графіки, анімації, передачі аудіо- й відеосигналів) зростає потреба в організації саме високошвидкісного доступу, що дозволяє отримувати все різноманіття наявної в мережі Інтернет інформації, а також використовувати її в управлінні технологічними процесами бурових верстатів, які використовуються на залізничних кар'єрах.

Мережі передачі даних бурового верстату можуть бути дротяними, що означає з'єднання комп'ютерів за допомогою кабелів, або бездротовими, в яких підключення виконуються за допомогою радіохвиль, по повітрю.

Бездротове з'єднання дозволяє працювати на комп'ютерах в будь-якому місці знаходження бурового верстату без використання кабелів. Прокладка кабелів - витратний процес, при цьому вони виглядають не естетично і можуть бути небезпечні, якщо вільно лежать на підлозі бурового верстату.

Дротові системи передачі даних бурового верстату можна розділити на системи, що використовують виту пару телефонних проводів, і системи, що використовують оптико-волоконні кабелі, - до цієї категорії також слід віднести системи, в яких разом з оптико-волоконними кабелями використовуються також і коаксіальні кабелі.

Класифікація каналів передачі даних, які можуть бути використовувані для зв'язку бурового верстату із диспетчерським пунктом, представлена на рис. 1.

Розглянемо всі ці категорії більш детально, причому почнемо у зворотному порядку - від поки найбільш екзотичних бездротових систем, через досить дорогі оптико-волоконні до найбільш демократичних, широко поширених і, отже, більш зручних в освоєнні та експлуатації кручених пар телефонних проводів.

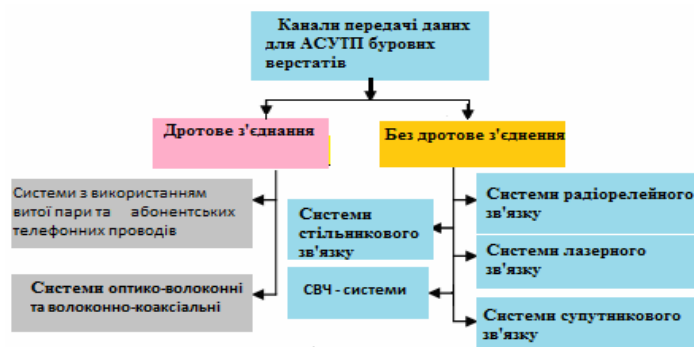


Рис. 1. Класифікація систем передачі даних бурового верстату

швидкісний доступ до мережі Інтернет; незалежність від кабельної інфраструктури; простота підключення і використання [4-6].

Відсутність проводів і, як наслідок, прив'язки до якогось конкретного місця завжди було значимо для мобільного обладнання, яким оперативний доступ до інформації потрібен постійно, незалежно від місця їх знаходження. Бездротові мережі ефективні, насамперед, при передачі даних на відстані до декількох сотень метрів від бурового верстату, і відрізняються низькою вартістю реалізації. Асортимент бездротового мережевого обладнання може включати в себе первинні перетворювачі: бездротові відеокамери та інші пристрої. Розвиток бездротових систем доступу йде в трьох основних напрямках. Це супутникові системи, наземні мікрохвильові системи і системи персонального стільникового зв'язку, які дозволяють забезпечити доступ мобільних користувачів. Зрозуміло, кожна з цих коштів має свої переваги і недоліки [5-9].

Системи персонального стільникового зв'язку. Доступ до телефонної мережі загального користування (ТМЗК) і мережі Інтернет може бути організований за допомогою існуючої системи стільникового зв'язку з використанням аналогових модемів (модемів для передачі по телефонних каналах) (рис. 2а). Так як канали стільникового зв'язку мають досить вузьку смугу частот, швидкість передачі даних буде невелика (в процесі поступового розвитку систем стільникового зв'язку та удосконалення технологій швидкість передачі даних також поступово зростала від 9,6 Кбіт/с до 19,2 Кбіт/с) [1-3]. Певного збільшення швидкості передачі даних можна досягти за рахунок використання тимчасово вільних каналів (за якими не ведуться телефонні розмови). Плюси і мінуси використання стільникового зв'язку для доступу в мережу Інтернет очевидні. Головна перевага полягає в мобільності та можливості виходу в мережу Інтернет з будь-якого місця, а не тільки з квартири чи офісу, які за допомогою кабелю прив'язані до провайдера. До недоліків можна віднести досить високу вартість послуг стільникового зв'язку, а також не стовідсоткове охоплення території компаніями стільникового зв'язку та наявність зон невпевненого зв'язку.

СВЧ-системи. По мірі того, як збільшувалася потреба в розширенні кількості ліній міжміського зв'язку, розроблялися системи, здатні задовольнити такі потреби. Однією з таких систем були радіорелейні лінії, в яких у якості носія сигналу використовувався не кабель, а радіоканал.

Працюючи на надвисоких частотах (діапазон СВЧ) одна радіорелейна лінія здатна підтримувати роботу тисяч телефонних каналів та кількох телевізійних каналів одночасно [10-12].

Використання даного діапазону частот приводить до необхідності розміщувати ретранслятори на невеликій відстані один від одного (до 30 км) в межах прямої видимості (надвисокочастотні сигнали не може загорнути за кут або перестрибнути навіть через невелику гірку).

Необхідність будувати через певну відстань ретрансляційні вишки з антенами робить дану технологію досить дорогою при організації зв'язку на велику відстань, але дана технологія може знайти своє застосування, наприклад, для організації фіксованого радіо доступу - високошвидкісної передачі даних між двома будівлями (зі швидкістю від 2 Мбіт/с й вище).

У багатьох випадках таке рішення буде мати меншу вартість порівняно з прокладанням між будівлями оптико-волоконного кабелю (наприклад, в містах, де прокласти кабель не завжди просто, або в тому випадку, коли ці будівлі розділяє ріка) [1,3,8].

Бездротові системи передачі даних. У даний час бурхливий розвиток технологій з дротових мереж відкриває для бурового верстату нові можливості щодо ефективної організації корпоративної мережі підприємства.

Переваги бездротових рішень: низька вартість розгортання; мобільність, можливість демонтувати устаткування при переїзді; безпека, можливість шифрування трафіку; надійний і якісний телефонний зв'язок; високо-

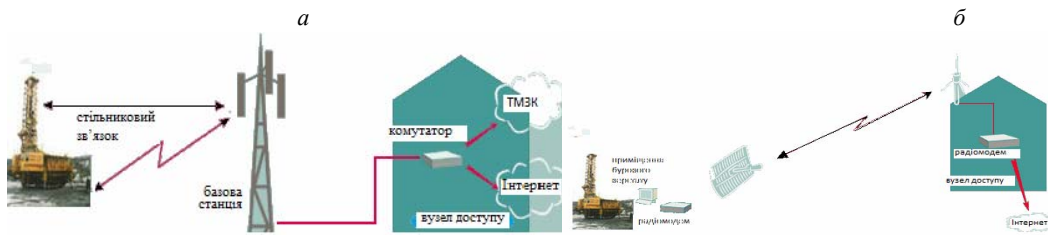


Рис. 2. Система передачі даних по каналах стільникового зв'язку і доступу до ТМЗК і мережі Інтернет *a* і фіксованого радіо доступу *б*

В умовах нестачі частотного ресурсу були створені, успішно застосовуються і розвиваються бездротові системи фіксованого доступу, що працюють в інфрачервоній області (на основі ІК світло діодів та напівпровідникових лазерів). Вони забезпечують робочу дальність від 300 м до 1-3 км при швидкості передачі до 155 Мбіт/с. Усі основні недоліки цих систем (порівняно висока вартість і деяка залежність від погодних умов і забруднення оптики) з лишком окупаються відсутністю необхідності отримання дозволу на використання радіочастоти, а також швидкістю і простотою монтажу. Наступним етапом розвитку систем фіксованого радіо доступу стало створення таких протоколів обміну інформацією між приймально-передавачами, які дозволили організувати підключення багатьох об'єктів до одного, що найбільш відповідає завданням організації доступу до Інтернету (рис. 2б). Крім того, були створені різні механізми (наприклад, пакетна передача, робота на змінюється), які дозволили збільшити пропускну спроможність, швидкість передачі і ефективність використання частотного ресурсу.

Забезпечуючи середню швидкість передачі даних, системи даного типу дозволяють організувати канал передачі на досить велику відстань. У той же час схильність зовнішніх перешкод і залежність від географічних умов (обов'язкова необхідність прямої видимості) роблять застосування таких систем не завжди доцільне.

Супутникові системи. Для організації передачі даних використовуються і супутникові системи. Причому варіанти можуть бути різними - від низькошвидкісних індивідуальних каналів для окремих користувачів до високошвидкісних каналів, одночасний доступ до яких може мати велику кількість користувачів (колективний доступ). У першому випадку може застосовуватися двох направлений канал (але це по кишені тільки дуже багатим організаціям) [1,2,7-9]. У другому випадку супутник служить тільки для передачі низхідного потоку даних, що надходять з мережі Інтернет до користувача (рис. 3).

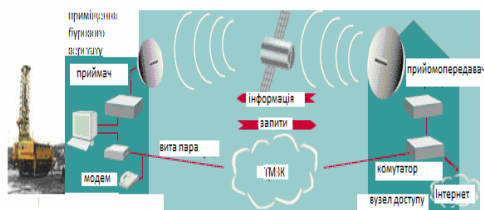


Рис. 3. Супутникова система

Користувачеві необхідно обов'язково встановити супутникову антену, СВЧ - ресивер і карту декодера прямо в персональний комп'ютер. Для організації висхідного потоку даних (від користувача в мережу Інтернет) використовується лінія телефонного зв'язку та модем. Супутник охоплює велику зону на поверхні Землі і є найбільш «широко охоплює» технологією доступу в Інтернет з географічної точки зору.

Супутникові системи доступу мають не дуже високу швидкість передачі даних (порядку 400 Кбіт / с у напрямку до користувача) і працюють не дуже швидко. Уявіть собі, що ви хочете завантажити який-небудь матеріал на екран вашого комп'ютера.

Натиснувши на нього мишею свого комп'ютера, сигнал запиту, який повинен пройти по вашій телефонній лінії, через провайдера і по звичайному тракту в мережі Інтернет, а після відповіді сигнал передається на супутник вгору і вниз, що в цілому становить близько 70 тисяч км. Навіть володіючи швидкістю світла, даний засіб доступу в Інтернет залишається досить повільним. Це особливо помітно при здійсненні двостороннього зв'язку в режимі реального часу. Незважаючи на широку зону охоплення, супутникові системи мають ряд недоліків, пов'язаних, зокрема, з необхідністю придбання та налаштування досить дорогого устаткування.

Втім, існує цілий ряд екстремальних ситуацій, коли неможливо організувати доступ до мережі Інтернет жодним іншим чином, окрім як через супутник (простий приклад - корабель, що знаходиться посеред океану).

Дротові системи передачі даних. Оптико-волоконні та волоконно-коаксіальні системи спочатку створювалися для кабельного телебачення і передачі відеосигналу. Завдяки тому, що ці системи за визначенням є широкопasmовими, розроблялася саме така технологія, яка дозволила б використовувати дану перевагу для високошвидкісної передачі даних, в основному для організації доступу в Інтернет приватних користувачів [4,6,10-12].

На рис. 4 показано систему, що дозволяє організувати високошвидкісну передачу даних в обох напрямках.

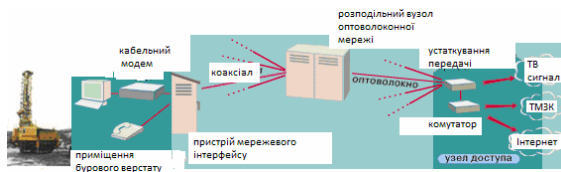


Рис. 4. Оптико-волоконна система передачі даних

Така двохнаправлена система дозволяє передавати від бурового верстату низхідний потік передачі даних у смузі частот від 50 до 750 МГц, яка поділена на канали 6 МГц. Смуга частот, виділена для висхідного потоку даних, ділиться між всіма користувачами, до яких прокладено коаксіальний кабель. Зазвичай це частотний

діапазон від 5 до 40 МГц.

Один відеоканал, що має номінальну смугу частот 6 МГц, може використовуватися для передачі даних з мережі Інтернет зі швидкістю до 30 Мбіт/с. Загальна швидкість висхідного потоку даних до 10 Мбіт/с, але практикується метод колективного використання в реальності для кожного окремого користувача дає набагато менше значення. Здавалося б, усе добре. І чому б не розвинути оптико-волоконну технологію доступу до використання у буровому устаткуванні. Все дуже просто. Розвиток оптико-волоконної техніки і розгортання мереж оптико-волоконних кабелів є дуже дорогим задоволенням. Особливо якщо порівнювати впровадження цієї технології з іншими технологіями.

Чи має сенс прокладати нові дорогі лінії зв'язку до кожного верстату, якщо переважна частина цих користувачів вже підключена як мінімум до однієї телекомунікаційної компанії - радіотелефонної. Набагато доцільніше звернути свою основну увагу на їхнє впровадження.

Використання витої пари та абонентських телефонних проводів для передачі даних.

Вита пара (англ. twisted pair) - вид кабелю зв'язку, являє собою одну або кілька пар ізольованих провідників, скручених між собою (з невеликою кількістю витків на одиницю довжини), покритих пластиковою оболонкою. Звивання провідників проводиться з метою підвищення зв'язку провідників однієї пари (електромагнітна перешкода однаково впливає на обидва дроту пари) і подальшого зменшення електромагнітних перешкод від зовнішніх джерел, а також взаємних наведень при передачі диференціальних сигналів. Для зниження зв'язку окремих пар кабелю (періодичного зближення провідників різних пар) в кабелях UTP категорії 5 і вище проводу пари звиваються з різним кроком. Вита пара - один з компонентів сучасних структурованих кабельних систем.

Використовується в телекомунікації й комп'ютерних мережах в якості мережного носія в багатьох технологіях, таких як Ethernet, Arcnet і Token ring. В даний час, завдяки своїй дешевизні й легкості в монтажі, є найпоширенішим рішенням для побудови локальних мереж [1-3,4-7]. Телефонні дроти є головним носієм, який в даний час використовується для підключення всіх абонентів (незалежно від їх юридичного статусу) до обладнання телефонної мережі. Одне тільки це повинно викликати здоровий ентузіазм у розробників систем високошвидкісної передачі даних з даного носія. Кожен абонент телефонної мережі має окрему фізичну пару проводів в кабелі, що йде від телефонної станції, яка з'єднує його телефонний апарат з комутаційним обладнанням, встановленим на телефонній станції. Кожна пара в кабелі є кручений (тобто проводу пари свити один з одним), що дозволяє знизити небажані перешкоди. При здійсненні звичайного телефонного зв'язку кожна пара кабелю на абонентському ділянці кабельної мережі підтримує один голосовий канал. Також виті пари проводів використовуються для з'єднання персональних комп'ютерів в ЛВС (локальних мережах). Існує три основних рішення при організації доступу до мережі Інтернет по кручений парі. Мова йде про аналогові модеми, призначені спеціально для передачі по телефонних каналах, про ISDN і про технології, об'єднані під загальною назвою xDSL. Аналогові модеми добре відомі та зрозумілі більшості користувачів сучасних домашніх комп'ютерів (рис. 5).

Принцип їх роботи заснований на використанні діапазону голосових частот витої пари для передачі даних. Для цього використовуються технології передачі, відомі як «частотна

маніпуляція» і «квадратурна амплітудна модуляція». Аналоговий модем дозволяє досягати швидкості передачі даних до 56 Кбіт/с.

Невисока ціна і сумісність практично з будь-якою телефонною лінією зробили аналогові модеми основним вибором індивідуальних користувачів. На жаль, швидкість передачі аналогового модему в значній мірі залежить від якості телефонної лінії та встановленого з'єднання. Саме тому отримати максимальну швидкість передачі даних практично Використання витой пари для неможливо (звичайно модем із заявленою швидкістю доступу в мережу Інтернет в 33,6 Кбіт / с дозволяє працювати зі швидкістю 28,8 Кбіт / с, в кращому випадку 31,2 Кбіт/с).

Непрофесійні користувачі мережі Інтернет можуть використовувати й аналогові модеми, але рано чи пізно будь-який з них стикається з проблемами, пов'язаними з низькою якістю з'єднання і перевантаженнями телефонної мережі загального користування. Ця мережа, у своєму існуючому на даний момент вигляді, абсолютно не призначена для того, щоб передавати трафік мережі Інтернет. Більш високошвидкісний альтернативою аналоговим модемів служить ISDN (рис. 6).

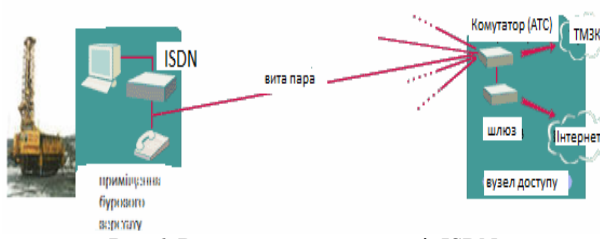


Рис.6. Використання технології ISDN

ISDN (не зовсім по-російськи звана цифровою мережею зв'язку з інтеграцією служб) являє собою цифрову технологію, що дозволяє передавати дані зі швидкістю 144 Кбіт/с. Для цього використовується схема кодування 2В1Q. Швидкість передачі даних 144 Кбіт/с складається з двох каналів U по 64 Кбіт/с кожен, використовуваних для передачі голосу і даних, і одного службового каналу D 16

Кбіт/с для передачі керуючих сигналів. Канали В можуть використовуватися як два окремі голосових каналу, два канали передачі даних зі швидкістю 64 Кбіт/с, як два окремі канали передачі голосу і даних, а також спільно для передачі даних зі швидкістю 128 Кбіт/с.

Технології xDSL дозволяють значно збільшити швидкість передачі даних по мідних парах телефонних проводів, при цьому не вимагаючи глобальної модернізації абонентської кабельної мережі. Саме можливість перетворення існуючих телефонних ліній, за умови проведення певного обсягу підготовчих технічних заходів, в високошвидкісні канали передачі даних і є основною перевагою технологій xDSL. Дані технології дозволяють значно розширити смугу пропускання мідних абонентських телефонних ліній.

Будь-який абонент, який користується звичайним телефонним зв'язком, є потенційним кандидатом на те, щоб за допомогою однієї з технологій xDSL значно збільшити швидкість свого з'єднання з мережею Інтернет.

При цьому передбачено і збереження нормальної роботи звичайного телефонного зв'язку, незалежно від «спілкування» користувачів з мережею Інтернет (рис. 7).

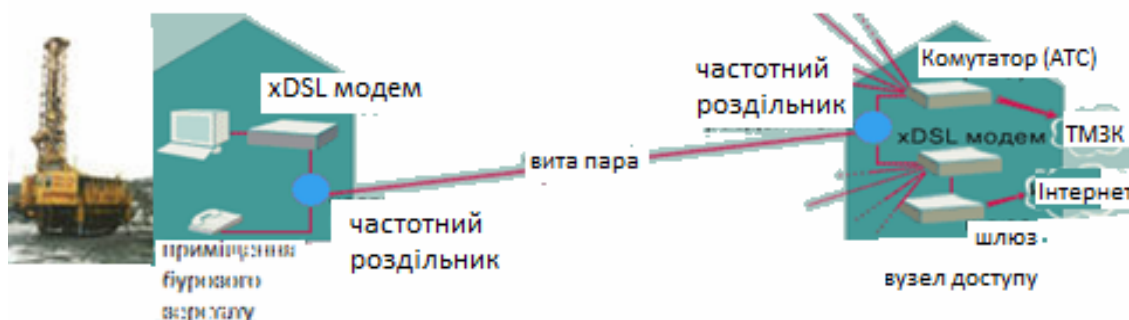


Рис. 7. Використання технології xDSL

Різноманіття технологій xDSL дозволяє користувачеві (з урахуванням певних обмежень, пов'язаних з довжиною і якістю абонентської лінії) вибрати відповідну саме йому швидкість передачі даних - від 32 Кбіт/с до більш ніж 50 Мбіт/с. Сучасні технології xDSL дають можливість організувати високошвидкісний доступ в мережу Інтернет для кожного індивідуального верстату або кожного невеликого підприємства, перетворюючи звичайні телефонні кабелі в високошвидкісні цифрові канали. xDSL включає в себе цілий набір різних технологій, що дозволяють організувати цифрову абонентську лінію, які розрізняються по відстані, на яку переда-

ється сигнал, швидкості передачі даних, а також з різниці в швидкостях передачі «спадного» (від мережі до користувача) і «сонця» (від користувача в мережу) потоку даних.

Технології xDSL надають телекомунікаційним компаніям можливості, від яких вони просто не можуть відмовитися. Вони створюють швидкий і недорогий метод додаткового використання існуючої кабельної мережі, а також базу для переходу до технологій майбутнього. Ігнорувати це було б просто нерозумно.

Система передачі даних – це є система, призначена для передачі інформації по каналах зв'язку від х бурового верстату й так і прийому її до нього, а також інфраструктури організації, так і між ними, а також із зовнішніми системами. Визначити й використати канал зв'язку для діагностики та візуалізації стану роботи обладнання бурового верстату і врахування технологічних параметрів бурових свердловин, на перший погляд, дуже просто і коротко. Але за цими словами ховається величезне значення даної системи не просто, як для інших технічних систем, а й необхідності її використання для бізнес-процесів сучасного гірничозбагачувального комбінату в цілому. Канал зв'язку є, прямо або побічно, основною технічною складовою працездатності АСУТП, а також багатьох інших систем, що використовують сучасні засоби управління. Використовуючи [13-15], канали зв'язку для бурового верстату повинні характеризуватися:

ємністю каналу, що визначається як добуток часу використання каналу T_k , шириною спектру частот, що пропускаються каналом F_k й динамічним діапазоном D_k , який характеризує здатність каналу передавати різні рівні сигнали

$$V_k = T_k F_k D_k$$

швидкістю передачі - найбільша теоретично досяжна швидкість передачі інформації за умови, що похибка не інформації - середня кількість інформації, що передається в одиницю часу. Максимальну швидкість передачі інформації V_{max} , з якою канал здатний передавати дані, розраховується за теоремою Найквіста, яка визначає взаємозв'язок між пропускною здатністю каналу і шириною H його смуги пропускання, виражена у Гц

$$V_{max} = 3H \log 2M \text{ [біт/с]},$$

де M - кількість рівнів сигналу, які використовуються при передачі.

Пропускною здатність каналу зв'язку перевершує заданої величини. Для дискретного каналу з перешкодами існує такий спосіб кодування, який дозволяє здійснювати безпомилкову передачу інформації, якщо продуктивність джерела нижче пропускної здатності. Для двійкового та симетричного каналу пропускна здатність визначається теоремою Шеннона, в якій використовується поняття ентропії

$$R = -S_{ij} P_i p_{ij} \log S_{ij} P_i p_{ij} + S_{ij} P_i p_{ij} \log p_i$$

де $H(x) = -S_{ij} P_i p_{ij} \log p_i$ - ентропія, як міри кількості інформації, видаваної джерелом дискретних повідомлень; $H(x,y) = -S_{ij} p_{(i,j)} \log p_{(i,j)}$ - спільна ентропія двох множин повідомлень; $H_x(y) = -S_{ij} p_{(i,j)} \log p_i$ - умовна ентропія однієї безлічі $\{y\}$ по відношенню до іншої $\{X\}$. Надмірністю - забезпечує достовірність переданої інформації ($R = 0, 1$).

Висновок. Як показав проведений аналіз науково-технічної інформації використання різних систем передачі даних, з огляду, найбільш перспективним є впровадження в АСУТП бурового верстату системи передачі даних по каналах стільникового зв'язку з доступом до ТМЗК і мережі Інтернет.

Список літератури

1. **А.А. Молчанов, Г.С. Абрамов.** Безкабельні системи для досліджень нафтогазових свердловин (теорія і практика). /Під загальною редакцією А.А. Молчанова- Москва: ВАТ "ВНПОЕНГ", 2003.-450 с.
2. **Молчанов А. А., Абрамов Р. С., Терехов Р. В.** Електромагнітний канал зв'язку "забій", - гірло Наука в СПГГИ (ТУ), № 2, 1999, Санкт-Петербург.
3. **Молчанов А. А., Абрамов Р. С., Сараїв А. А.** Телеизмерительные системы с электромагнитным каналом зв'язку для проводки та геофізичних досліджень похило-спрямованих і горизонтальних свердловин Західного Сибіру (досвід застосування і перспективи). НТВ АИС "Каротажник", №59,1999.-С.85-91.
4. **Бертсекас Д.** Сети передачи данных / **Д. Бертсекас, Р. Галлагер** – пер. с англ. - М.: Мир, 2003. – 562 с.
5. Беспроводные сети Wi-Fi / **А.В. Пролетарский** [и др.]. - Интернет-университет информационных технологий, 2007.
6. ГОСТ 7.1. – 2003. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Взамен ГОСТ 7.1.– 84, ГОСТ 7.16 – 79, ГОСТ 7.18 – 79, ГОСТ 7.34 – 81, ГОСТ 7.40 – 82; введ. 2004 07 01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 166 с.

7. Григорьев В.А. Сети и системы радиодоступа / В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, Ю.А. Распаев. - М.: Эко-Трендз, 2005. - 384 с.
 8. Максим М. Безопасность беспроводных сетей / М. Максим, Д. Полино. - М.: Компания "АйТи"; ДМК Пресс, 2004. - 288 с.
 9. Олифер В.Г. Основы сетей передачи данных / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - Интернет-университет информационных технологий, 2005.
 10. Таненбаум Э.С. Компьютерные сети / Э.С. Таненбаум – СПб.: Питер, 2003.– 848 с.
 11. Официальный сайт компании Cisco - <http://cisco.ru>
 12. Сайт технологии Wi Fi - <http://wifi-wiki.ru>
 13. Худяков Г.И., Осипов А. Развитие теории оценивания пропускной способности систем электро- и радиосвязи, Компоненты и технологии. 2011. № 7.
 14. Складар Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практические применения / Пер. с англ. М.: Изд. Дом «Вильямс», 2007.
 15. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. М.: Советское радио, 1974.
- Рукопись подано до редакції 15.04.14

УДК.622.61

О.Д. ПОЧУЖЕВСКИЙ, канд. техн. наук., Криворожский национальный университет,
Е.М. АРЕФЬЕВ, канд. техн. наук, доц., Донецкий национальный университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

На основе анализа вопроса очистки ленты от налипающей на нее горной массы установлено, что это является одной из важнейших операций при эксплуатации ленточных конвейеров на горных предприятиях, которая в свою очередь занимает около четверти объема ручных работ по их обслуживанию, а также приводит к более чем трети всех несчастных случаев на предприятиях горной промышленности. Проведенный анализ научных работ, позволил установить, что существует достаточно много всевозможных способов очистки лент, однако задача выбора оптимального способа очистки для конкретных условий зависит от совокупности всевозможных факторов (критериев) и может быть решена только с помощью использования многокритериальной оптимизации. Данный метод решения задач заключается в поиске оптимального решения, удовлетворяющего нескольким критериям, и сводится к выполнению ряда этапов. В связи с этим предложен алгоритм сравнительной оценки эффективности способов очистки конвейерных лент, состоящий из четырех этапов, который может быть использован при проектировании очистителей под заданные условия эксплуатации конвейера. Алгоритм учитывает 24 частных критерия эффективности, объединенные в экономические, эксплуатационные, технологические и социальные группы, а также весовости этих критериев. Таким образом, результаты многокритериальной оптимизации позволяют сделать вывод о перспективности очистки конвейерных лент от налипающей горной массы отрывом, обеспечивающий минимальное значение интегрального критерия.

Проблема и ее связь с научными или практическими задачами. Повышение эффективности горнодобывающих отраслей промышленности в значительной степени зависит от дальнейшего совершенствования средств непрерывной доставки горной массы. В свою очередь ленточные конвейеры в горной промышленности относятся к наиболее эффективным средствам непрерывного транспорта, поскольку характеризуются относительной простотой конструкции и обслуживания, низкими эксплуатационными затратами и высокой производительностью. Однако очистка конвейерной ленты от налипания на нее горной массы очень часто является серьезной проблемой для многих предприятий перерабатывающей, добывающей, обогащающей, строительной и других отраслей. Неудовлетворительная очистка ленты вызывает ее повышенный износ, увеличение количества аварийных остановок, приводит к интенсивному загрязнению подконвейерного пространства просыпью транспортируемого груза, очистка которого является весьма трудоемкой (составляет около 25 % от всего объема ручных работ по обслуживанию конвейеров) и кроме того небезопасной операцией (около трети всех несчастных случаев на предприятиях горной промышленности).

Среди очистных устройств конвейерных лент наибольшее распространение получили контактные скребковые и ножевые очистители за счет их более простых конструктивной реализации и обслуживания.

Анализ исследований и публикаций. Проблема борьбы с налипанием груза на конвейерные ленты не нова. Выявлено работы десятков научных, проектных организаций и высших учебных заведений. Публикации касаются широкого круга вопросов: налипание, его механизм и факторы, распределение силы адгезии по ширине конвейерной ленты, моделирование усло-