

Małgorzata KOZDRÓJ-WEIGEL

Ewa PIĘTKA

TELEDACJA W RESORCIE GÓRNICTWA

Streszczenie. W artykule omówiono istniejący stan transmisji danych z wykorzystaniem górniczej sieci telefonicznej oraz sprawność stosowanych w transmisji systemów modulacji.

1. Wprowadzenie

Znaną właściwością łącza telefonicznego jest możliwość przekazywania przez nie mowy w dwóch kierunkach. Tę właściwość wykorzystuje się do przesyłania danych. Ponieważ jednak przebieg sygnałów cyfrowych nie jest odpowiedni dla sieci telefonicznej, konieczne jest zastosowanie specjalnego sprzętu do nadawania sygnałom cyfrowym postaci odpowiedniej dla sieci oraz do interpretacji sygnałów odbieranych. Sprzęt ten znany jest jako modem. Usytuowanie modemów na obu końcach linii telefonicznej dla transmisji dwukierunkowej pokazuje rys. 1.



Rys. 1. Usytuowanie modemów dla transmisji dwukierunkowej

Nazwa modem powstała ze skrótu modulacja - demodulacja. Istnieją trzy metody modulacji:

- 1) modulacja amplitudy AM,
- 2) modulacja fazy PM,
- 3) modulacja częstotliwości FM.

Zależność stosowanej modulacji od prędkości transmisji danych pokazuje tablica 1.

Przesyłanie danych za pomocą modemów może się odbywać przez połączenia komutowane lub łącze trwałe. Łącze trwałe (dzierżawione od zarządu sieci) posiada lepsze właściwości niż większość połączeń komutowanych, gdyż jego elementy można odpowiednio dobrać. W praktyce sygnały teledacyjne, prze-

Tablica 1

Typ modemu	Prędkość transmisji bit/s	Modulacja
Modem o małej prędkości	do 600	FM
Modem o średniej prędkości	600-9600	FM, PM
Modem o dużej prędkości	> 9600	PM, AM

chodząc przez kanał telefoniczny, bez względu na rodzaj użytego łącza, doznają różnorodnych zniekształceń, które ograniczają prędkość transmisji i osiągalną wierność przesyłania danych. Ujemne wpływy, którym podlega sygnał, można podzielić na dwie kategorie: wpływy deterministyczne (systematyczne) i wpływy przypadkowe - w zależności od tego, czy efekt ich oddziaływania może być z góry przewidziany, czy też nie. Czynniki wpływające ujemnie, których pochodzenie wiąże się z kanałem telefonicznym, są następujące:

A. Deterministyczne:

1. Zniekształcenie amplitudowe i opóźnieniowe.
2. Zniekształcenia nieliniowe.
3. Przesunięcia częstotliwości.

B. Przypadkowe:

1. Szum gaussowski.
2. Zakłócenia impulsowe.
3. Fluktuacja fazy.

Większość błędów transmisji danych o małej i średniej prędkości jest bezpośrednim następstwem wysoków szumu impulsowego. Stąd wniosek, że występowanie błędów transmisji danych zależy przede wszystkim od rodzaju centrali telefonicznej (wszystkie elektromechaniczne centrale telefoniczne wytwarzają zakłócenia impulsowe) i odporności użytego modemu na szumy, a nie od metod modulacji.

Jak z powyższego bardzo krótkiego omówienia wynika, wierność transmisji danych w resorcie górnictwa w dużym stopniu zależy od stanu wykorzystanej w tym celu górniczej sieci telefonicznej i odporności użytego modemu na szumy.

2. Sprawność systemów modulacji

Głównym zadaniem przy projektowaniu modemów jest maksymalizacja ich odporności na szumy. Do tego celu dobrze nadaje się model matematyczny źródła szumu, składający się z filtru o ograniczonym pasmie, po którym wy-

stępuje źródło szumu gaussowskiego. Dla dużych prędkości transmisji model ten jest zbyt uproszczony w stosunku do rzeczywistego mechanizmu powstania błędu. Shannon [1] udowodnił, że informacja może być przesyłana przez kanał o ograniczonym pasmie, w którym występuje biały szum gaussowski, z dowolnie bliskim zeru prawdopodobieństwem błędu, jeżeli prędkość transmisji nie przekracza przepustowości kanału

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_N} \right) \quad (2.1)$$

gdzie:

- W - szerokość pasma sygnałów, przenoszonych przez kanał,
- P_s/P_N - stosunek mocy sygnału do mocy szumu.

Przy prędkościach większych od C prawdopodobieństwo to nie zbliży się do zera. Dla kanału telefonicznego o szerokości pasma 2400 Hz i stosunku sygnału do szumu 30 dB, zgodnie z powyższym wzorem przepustowość będzie rzędu 24000 bit/s. Oprócz problemu dotyczącego ograniczenia prędkości transmisji, nasuwa się pytanie, jaka jest sprawność stosowanych systemów modulacji, takich jak AM, FM, PM. Zakładając kanał o ograniczonym pasmie z szumem gaussowskim, to dla każdego z tych sygnałów modulacyjnych można określić prawdopodobieństwo błędu. Przykładowo, dla bezpośredniej transmisji dolnopasmowej prawdopodobieństwo błędu, zwane również pierwotną elementową stopą błędu, jest określone wzorem:

$$P_e = 2(1 - 1/L) Q \left[(3/L^2 - 1) \cdot P_s/P_N \right]^{1/2} \quad (2.2)$$

gdzie:

- L - liczba wartości, jakie może przyjmować sygnał,
- P_s - moc sygnału,
- P_N - moc szumów w pasmie Nyquista o szerokości $<0 - 1/(2T)>$,
- $Q(x)$ - funkcja błędu - całka z gęstości gaussowskiego rozkładu prawdopodobieństwa

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp(-t^2/2) dt \quad (2.3)$$

Podany wzór na prawdopodobieństwo błędu wymaga założenia, że system dolnopasmowy został zoptymalizowany. Jeżeli więc $G(\omega)$ jest transformatą impulsu $g(t)$, to moduł charakterystyki filtrów nadajnika i odbiornika w funkcji częstotliwości jest równy $G^{1/2}(\omega)$. Prędkość transmisji w systemie, stosującym modulację L-wartościową o maksymalnej szybkości modulacji równej 2W bodów, wynikająca z warunku Nyquista, wynosi:

$$R = 2W \log_2 L \quad (2.4)$$

Po normalizacji prędkości transmisji względem szerokości pasma otrzymujemy

$$R/W = 2 \log_2 L \quad (2.5)$$

bitów na sekundę przypadających na jeden herz pasma.

Połączenie telefoniczne można przedstawić jako filtr, a wnoszone zniekształcenie opisać za pomocą tłumienności i przesunięcia fazowego w funkcji częstotliwości. Przy przekazywaniu mowy w połączeniach telefonicznych przedmiotem zainteresowania jest tłumienność, ponieważ ucho ludzkie jest dość tolerancyjne na straty, jakie mają miejsce na końcach widma sygnału głosowego. Zniekształcenia fazowe, jako nieistotne dla ucha, nie są korygowane. Dlatego też przy transmisji danych najpoważniejszymi zniekształceniami są zniekształcenia fazowe. Najdogodniejszą miarą charakterystyk fazowych łączy są opóźnienia grupowe. Poniżej wyjaśniono zależność opóźnienia grupowego od charakterystyki fazowej.

Jeżeli na wejściu kanału podany jest sygnał proporcjonalny do $\cos \omega t$, to na odległym końcu pojawi się sygnał proporcjonalny do $\cos(\omega t - \beta)$, gdzie β jest przesunięciem fazy. Przeprowadzenie ścisłego pomiaru β wymagałoby przesłania sygnału od początku do końca. Przesunięcie fazy można także zmierzyć za pośrednictwem opóźnienia w czasie, zwanym opóźnieniem fazowym, które określone jest wzorem:

$$\Delta t = \beta / \omega \quad (2.6)$$

Faza i opóźnienie fazowe są funkcjami częstotliwości. Przykładowo, rozważmy sygnał modulowany amplitudowo o bardzo małej częstotliwości modulującej. Sygnał ten jest określony wyrażeniem:

$$S = (1 + A \cos \epsilon t) \cos \omega t \quad (2.7)$$

gdzie:

ϵ - mała wielkość,

A - amplituda.

Po przejściu przez kanał składowe sygnału o częstotliwościach $\omega - \epsilon$, ω , $\omega + \epsilon$ uzyskują różne opóźnienia fazowe:

$$\begin{aligned} \beta(\omega) & \text{ dla częstotliwości } \omega \\ \beta(\omega) - \epsilon \frac{d\beta}{d\omega}(\omega) & \text{ dla częstotliwości } \omega - \epsilon \\ \beta(\omega) + \epsilon \frac{d\beta}{d\omega}(\omega) & \text{ dla częstotliwości } \omega + \epsilon \end{aligned} \quad (2.8)$$

Zmianę sygnału S można prześledzić, rozwijając równanie (2.7). Otrzymamy wówczas

$$S = \cos \omega t + \frac{A}{2} [\cos(\omega + \epsilon)t + \cos(\omega - \epsilon)t] \quad (2.9)$$

Po przejściu przez kanał transmisyjny i w wyniku oddziaływania opóźnień fazowych, określonych wyrażeniem (2.8), sygnał na wyjściu będzie miał postać:

$$S_{wy} = \cos(\omega t - \beta) + \frac{A}{2} \left\{ \cos \left[(\omega + \varepsilon) t - \beta - \frac{d\beta}{d\omega} \varepsilon \right] + \cos \left[(\omega - \varepsilon) t - \beta + \frac{d\beta}{d\omega} \varepsilon \right] \right\}$$

co po uproszczeniu daje:

$$S_{wy} = \cos(\omega t - \beta) \left[1 + \bar{A} \cos \varepsilon \left(t - \frac{d\beta}{d\omega} \right) \right] \quad (2.10)$$

Porównanie sygnałów wejściowych (2.7) i wyjściowych (2.10) pokazuje, że:

- składowa nośna ma opóźnienie fazowe β / ω .
- sygnał modulujący jest opóźniony o $d\beta/d\omega$.

Wielkość ta, w interpretacji graficznej będąca nachyleniem charakterystyki fazowej, nazywana opóźnieniem grupowym, jest najdogodniejszą praktycznie miarą zniekształceń fazowych.

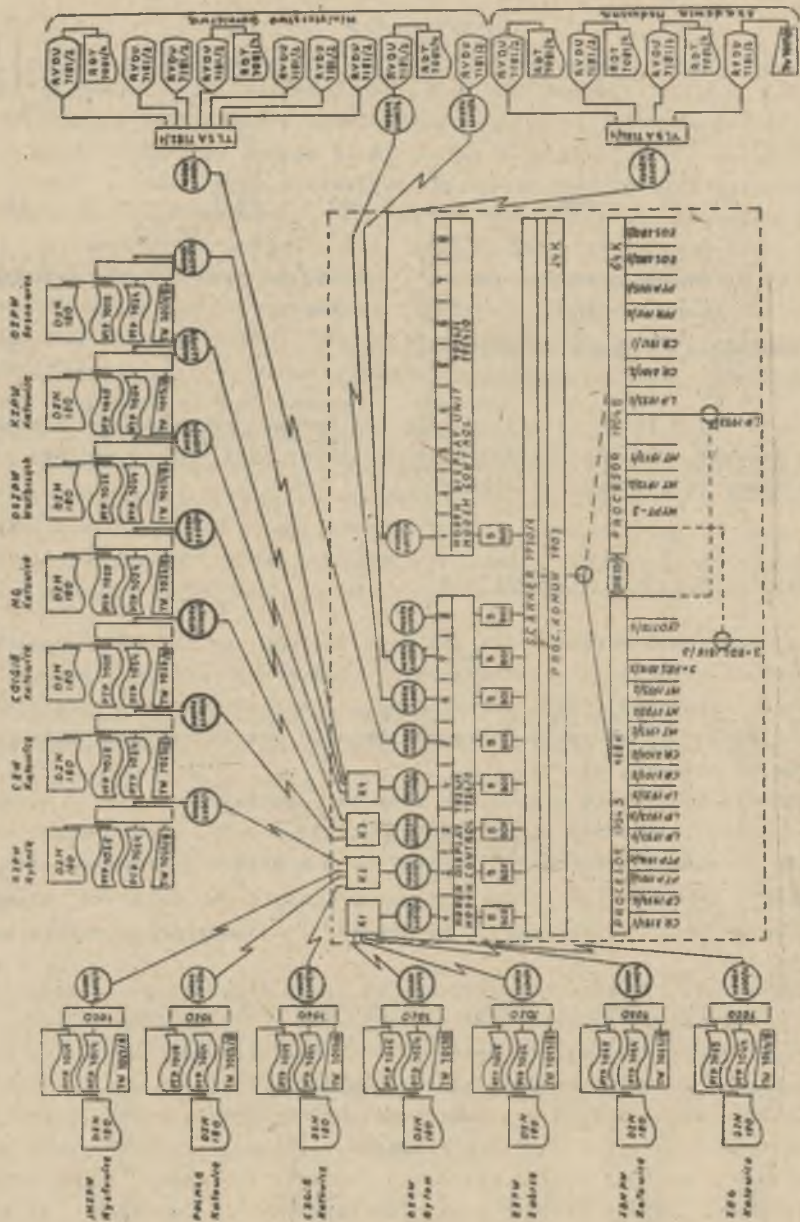
3. System teledacji w górnictwie

Celem stworzenia warunków dla zdalnego dostępu do zbiorów i dystrybucji wybranych informacji przetwarzanych komputerowo w Centralnym Ośrodku Informatyki Górnictwa (COIG) zorganizowano i wdrożono do praktyki jednostek organizacyjnych szczebla ponadpodstawowego resortową sieć teletransmisji danych pokazaną na rys. 2.

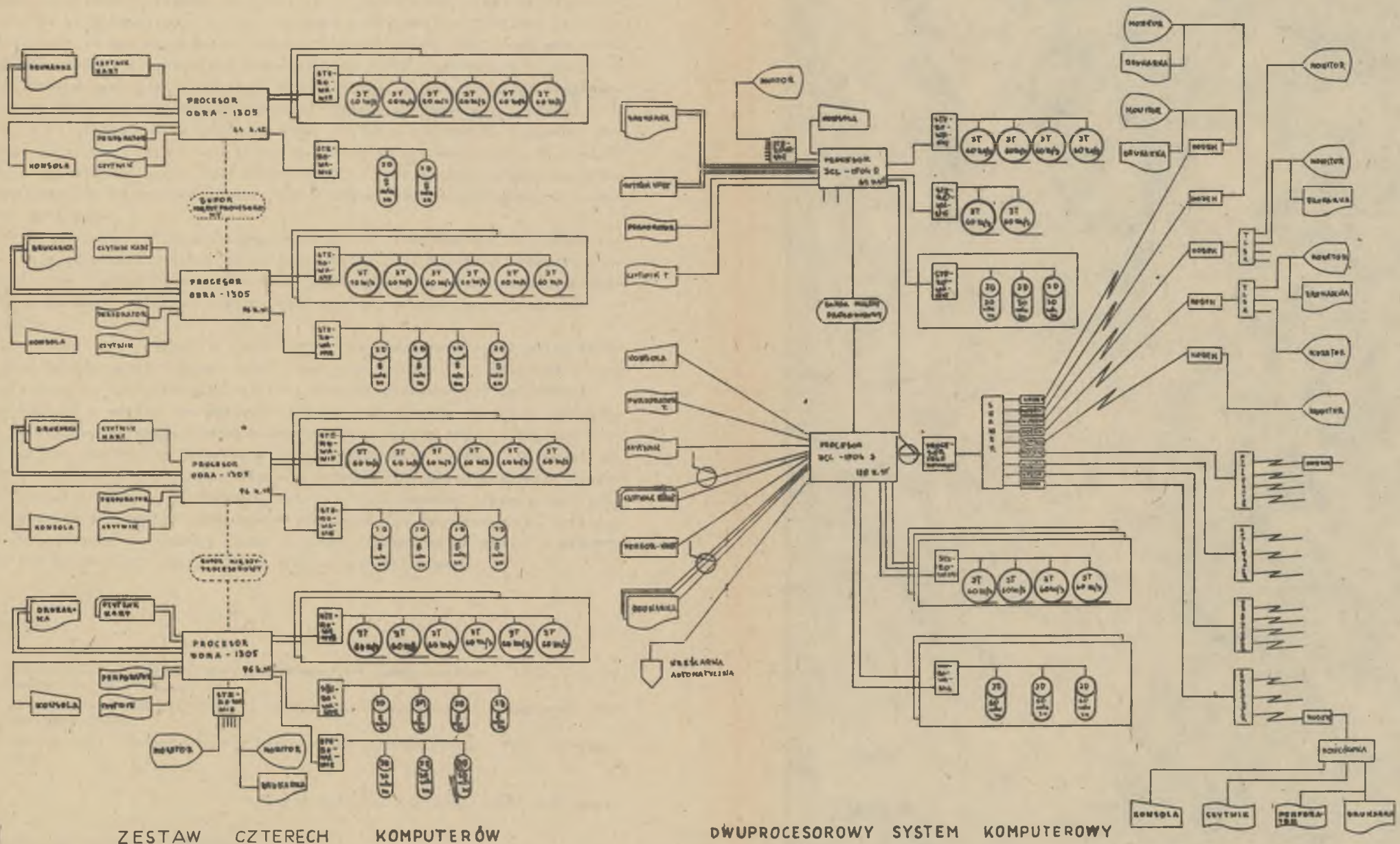
Urządzenia zdalnego dostępu oraz komputery pokazane na rys. 2 stanowią bazę sprzętową resortowej sieci teletransmisji danych. W skład sieci wchodzi także terminale (końcówki) zainstalowane w Akademii Medycznej oraz CHZ "Węglokoks", użytkowników korzystających z komputerów COIG na zasadzie wynajmu czasu przetwarzeniowego i za pomocą programów przez siebie opracowanych.

Do transmisji danych wykorzystywane są łącza telefoniczne zestawione z będących w gestii Górniczego Ośrodka łączności kabli telefonicznych.

Szybkość teletransmisji na łączach jest, jak wiadomo, zależna od modemu i wynosi w sieci resortowej 1200 bitów/s lub 2400 bitów/s. Końcówki typu ICL-7020 współpracują z modemami szybkości 1200 bitów/s, która jest całkowicie wystarczająca z punktu widzenia możliwości technicznych urządzeń wejścia i wyjścia maszyn cyfrowych. Modem o szybkości 2400 bitów/s wykorzystywany jest na łączach monitorów ekranowych. Monitory ekranowe sieci resortowej mogą także współpracować z modemami o maksymalnej szybkości teletransmisji 4800 bitów/s.



Rys. 2. Resortowa sieć teletransmisji danych wg opracowania COIG



ZESTAW CZTERECH KOMPUTERÓW

DŹUPROCESOROWY SYSTEM KOMPUTEROWY

Rys. 3. Konfiguracja sprzętu informatycznego eksploatowanego w COIG wg opracowania COIG

Dla zabezpieczenie ciągłości pracy sieci teletransmisji danych zastosowano przełącznik urządzeń peryferyjnych, pozwalający na przełączanie procesora telekomunikacyjnego z komputera ICL-1904S na ICL-1904E (rys.3). Rozwiązanie to wykorzystywane jest w przypadku awarii lub przeglądu technicznego jednostki centralnej komputera ICL-1904S. Współpraca terminali z komputerem odbywa się na zasadzie wielodostępu, zabezpieczonego programowo przez MOP^x), pracujący pod kontrolą systemu operacyjnego GEORGE-3.

Opis działania i współpracy urządzeń zdalnego dostępu do komputera wykracza poza ramy niniejszego artykułu. Warto jednak wspomnieć, że wymiennosc programów emc serii 1900 produkcji ICL i serii 1300 produkcji MERA-ELWRO gwarantuje poprawną pracę tego sprzętu także w sprzężeniu z komputerem ODRA-1305.

W perspektywie lat osiemdziesiątych siecią teletransmisyjną połączeni zostaną z ośrodkiem centralnym wszyscy użytkownicy zarówno resortu górnictwa, jak i odbiorcy pozaresortowi. Wyeliminuje to konieczność przesyłania informacji metodami tradycyjnymi poprzez przenoszenie nośników informacji.

Resortowa sieć transmisji danych pracować będzie w oparciu o istniejącą sieć telefoniczną. Od sprawności systemów modulacji i odporności użytego modemu na szumy zależeć będzie stopa błędu transmisji informacji.

W związku z wdrażaniem maszyn cyfrowych jednolitego systemu wyposażenie przemysłu węglowego oparte będzie na komputerach tego typu. Instalacja zestawu emc R-32 w COIG umożliwi przygotowanie prac programistycznych i odpowiedniego oprogramowania z zachowaniem dotychczasowych osiągnięć zaplecza naukowo-badawczego. Dalszy przygotowywany rozwój technicznych środków informacji podniesie efektywność ich wykorzystania, zwiększy moc obliczeniową resortowej sieci ośrodków przetwarzania danych i stworzy podstawy do dalszego doskonalenia stosowanych metod pracy.

LITERATURA

- [1] Shannon C.E.: The Mathematical Theory of Communication. Bell System Techn. J. Vol. 27, 1948.
- [2] Abramson N., Kuo Franklin F.: Sieci telekomunikacyjne komputerów. WNT Warszawa 1978.
- [3] Davies D.W., Barber D.L.A.: Sieci teleinformatyczne. WNT, Warszawa 1979.

Recenzent: Doc. dr inż. Józef Bandkowski

Wpłynęło do Redakcji 2.02.1981 r.

^x) MOP - Multiple On Line Programming.

Передача данных в ведомстве горной промышленности

Р е з ю м е

В статье обсуждены существующее состояние передачи данных с использованием рудничной телефонной сети, а также исправность применяемых для передачи систем модуляции.

Data transmission at mining department

S u m m a r y

The paper discusses the existing state of data transmission making use of mining telephone network as well as the efficiency of modulation systems applied in transmission.