



CZASOPISMO STOWARZYSZENIA
ELEKTRYKÓW POLSKICH
ODZNACZONE ZŁOTĄ HONOROWĄ
ODZNAKĄ SEP
ORAZ DWUKROTNIE ODZNACZONE
HONOROWĄ ZŁOTĄ ODZNAKĄ
ZASŁUŻONEGO PRACOWNIKA
ŁĄCZNOŚCI



WIADOMOŚCI
TELE
KOMUNIKACYJNE

ROK LXXXI

październik 2012

NR 10

Jacek JANUSZEWSKI*

Nowe depesze nawigacyjne systemu satelitarnego GPS oraz budowanych systemów Galileo i QZSS

Sygnaly emitowane przez satelity wszystkich nawigacyjnych systemów satelitarnych (NSS) oraz wszystkich satelitarnych systemów wspomagających SBAS (*Satellite Based Augmentation System*), zarówno tych już funkcjonujących (odpowiednio GPS i GLONASS oraz WAAS, EGNOS i MSAS), jak i dopiero budowanych (odpowiednio Galileo i Compass oraz GAGAN i SDCM) są modulowane depeszą nawigacyjną (*navigation message*). Strukturę depeszy NAV emitowanej przez satelity systemu GPS, zawartość ramki depeszy FNAV systemu Galileo, dane bezpośrednio i parametry efemeryd oraz dane niebezpośrednie i almanach emitowane przez satelity systemu GLONASS, wiadomości przekazywane przez satelity geostacjonarne SBAS, jak również depeszę nawigacyjną stacji referencyjnej odmiany różnicowej systemu GPS opisano w [3], [4], [9], [11], [12].

W ostatnich kilku latach w NSS już funkcjonujących nastąpiły istotne zmiany modernizacyjne wszystkich trzech ich segmentów, czyli kosmicznego, naziemnego i użytkownika [1], [10], [12], [13], [14]. Zmiany te objęły także depeszę nawigacyjną systemu GPS, która od chwili jego powstania (lata osiemdziesiąte XX wieku) praktycznie się nie zmieniła. W latach 2010–2011 podano też do publicznej wiadomości bliższe szczegóły niektórych rodzajów depesz systemu Galileo i budowanego przez Japonię regionalnego systemu satelitarnego QZSS (*Quasi Zenith Satellite System*) [2], [8].

W artykule opisano dwie nowe depesze CNAV i CNAV-2 systemu GPS, ramową strukturę depeszy FNAV i ujawnione szczegóły depeszy INAV systemu Galileo oraz depeszę LEX systemu QZSS. Dokonano też zestawień zbiorczych najważniejszych parametrów wszystkich wymienionych depesz oraz depeszy ST systemu GLONASS.

DEPESZE SYSTEMU GPS

Pojawienie się w ostatnich kilku latach nowych bloków satelitów IIR-M i IIF emitujących, w porównaniu z wcześniej-

szymi blokami II, IIa i IIR, dodatkowe sygnaly na dodatkowych częstotliwościach, umożliwiło wprowadzenie do eksploatacji dwóch nowych rodzajów depeszy nawigacyjnej CNAV i MNAV, przeznaczonych odpowiednio dla użytkowników cywilnych i do różnych zastosowań wojskowych. Kolejny, nowy rodzaj depeszy, o symbolu CNAV-2, która będzie emitowana wraz sygnałem L1C, przewidziano dla satelitów przyszłościowego bloku III. Omówione zostaną podane do publicznej wiadomości struktury depesz CNAV i CNAV-2 [5], [6], [7], [17].

Depesza nawigacyjna CNAV

Depesza cywilna związana z kodem C, emitowana z szybkością 25 bit/s przez satelity bloku IIR-M i IIF na częstotliwości L2 (1227,60 MHz), jest oznaczona symbolem CNAV. W przyszłości będzie ona emitowana również na częstotliwości L5 (1176,45 MHz), ale z szybkością dwukrotnie większą, bo 50 bit/s. Struktura tej depeszy, oparta na jednolitym podziale na 300-bitowe wiadomości, jest zupełnie inna niż struktura obecnie jedynej stosowanej przez wszystkich użytkowników depeszy NAV, w której obowiązuje tradycyjny podział na ramki, podramki i słowa [11], [15], [16].

Każdy typ wiadomości depeszy CNAV jest przeznaczony dla innego rodzaju danych. Dotychczas (rok 2012), nie licząc wiadomości domyślnej, zdefiniowano już 14 typów wiadomości (tabela 1). Ze względu na to, że różnego rodzaju dane przekazywane w tych wiadomościach mają różne czasy ważności, w tabeli tej zamieszczono też nominalną wartość maksymalnego przedziału czasowego dzielącego dwie kolejne transmisje każdego typu danych.

Depesza nawigacyjna CNAV-2

Depesza CNAV-2 to trwająca 18 sekund ramka, licząca łącznie 883 bity, z których 826 to różnego rodzaju dane (576 bitów dotyczących efemeryd i poprawki wzorca czasu satelity oraz 250 bitów zmiennych danych), zaś 57 to bity cyklicznej sumy kontrolnej (2 x 24 bity) i liczący 9 bitów czas interwału (tabela 2).

* Katedra Nawigacji, Akademia Morska w Gdyni,
e-mail: jacekjt@am.gdynia.pl

■ Tabela 1. System GPS, depesza CNAV, typy wiadomości i przedziały czasowe

Typ wiadomości	Zawartość	Maksymalny przedział czasu
0	wiadomość domyślna	–
10	efemerydy – część pierwsza	24 s
11	efemerydy – część druga	24 s
12	almanach zredukowany	10 min
13	poprawka różnicowa zegara satelity	15 min
14	poprawka różnicowa efemeryd	15 min
15	wiadomość tekstowa	wedle potrzeby
30	poprawka zegara satelity, jonosferyczna i opóźnienia propagacyjnego	24 s / 144 s
31	poprawka zegara satelity i almanach zredukowany	24 s / 10 min
32	poprawka zegara satelity i zorientowania satelity względem Ziemi	24 s / 15 min
33	poprawka zegara satelity i parametry odchyłki czasu GPS od UTC	24 s / 144 s
34	poprawka zegara satelity i poprawki różnicowe zegara i efemeryd	24 s / 15 min
35	poprawka zegara satelity i parametry odchyłki czasu od czasu innych nawigacyjnych systemów satelitarnych o zasięgu globalnym	24 s / 144 s
36	poprawka zegara satelity i wiadomość tekstowa	24 s / wedle potrzeby
37	poprawka zegara satelity i almanach standardowy	24 s / 60 min

trwania jednej ramki), które minęły od momentu początkowego dwugodzinnego interwału oznaczonego symbolem **ITOW** (*Interval Time of Week*), znajdującego się w podramce drugiej. Dziewięć bitów zarezerwowanych dla TOI jest liczbą wystarczającą, gdyż $2^9 = 512$, a maksymalna liczba wymienionych sekwencji może być równa 400.

Zawartość drugiej podramki jest stała w określonym przedziale czasu, np. efemerydy powinny być uaktualniane nominalnie co 2 godziny, przy terminie ich ważności wynoszącym 3 godziny. Z kolei zawartość trzeciej zmienia się za każdym powtórzeniem całej ramki. Dane te, określane jako zmienne, przyporządkowano wybranym stronom. Na przełomie 2011/2012 roku było już zdefiniowanych 6 typów stron (tabela 3), ich liczba może być jednak znacznie większa i wynieść 64, gdyż identyfikator typu strony jest sześciobitowy ($2^6 = 64$).

■ Tabela 3. System GPS, depesza nawigacyjna CNAV-2, zdefiniowane (w roku 2012) typy strony podramki trzeciej

Typ strony	Zawartość
1	parametry odniesienia czasu GPS do UTC i poprawka jonosferyczna
2	parametry odniesienia czasu GPS do czasu GNSS oraz poprawka zorientowania satelity względem powierzchni Ziemi
3	almanach zredukowany
4	almanach standardowy
5	poprawki różnicowe zegara i efemeryd satelity
6	wiadomość tekstowa

■ Tabela 2. System GPS, depesza nawigacyjna CNAV-2, struktura jednej ramki

Parametr	Podramka			Ramka łącznie				
	1	2	3					
Czas trwania [s]	0,52	12	5,48	18				
Liczba bitów	9	600	274	883				
Zawartość	liczba bitów	czas interwału TOI	9	efemerydy i poprawka wzorca czasu satelity	576	dane zmienne zależne od strony	250	
				cykliczna suma kontrolna CRC	24	cykliczna suma kontrolna CRC	24	
Prędkość przesyłu [s/s]	100	100	100					
Prędkość odczytu [bit/s]	100	50	50					

Każda ramka dzieli się na trzy podramki o różnej strukturze i o różnym czasie trwania. Dane wszystkich podramek są transmitowane przez satelitę z szybkością 100 s/s (symboli na sekundę), ale o ile w pierwszej podramce szybkość odczytu danych przez odbiornik użytkownika jest równa wyżej wymienionej szybkości przesyłu, to w przypadku dwóch pozostałych szybkości odczytu wynosi 50 bit/s, gdyż jeden bit jest kodowany dwoma symbolami.

Pierwsza podramka zawierająca czas interwału **TOI** (*Time Of Interval*) określa liczbę osiemnastosekundowych sekwencji (czas

DEPESZE SYSTEMU GALILEO

Satelity systemu Galileo będą emitować 10 sygnałów na czterech częstotliwościach, przy czym w każdej z nich zostanie zawarta co najmniej jedna z czterech depesz nawigacyjnych [2], [12]:

- **FNAV** (*Freely NAVigation*) na częstotliwości E5a (1176,45 MHz), przeznaczonej dla serwisu otwartego (OS),
- **INAV** (*Integrity NAVigation*) na częstotliwościach E5b (1207,14 MHz) i L1 (1575,42 MHz), przeznaczonych dla serwisu bezpieczeństwa życia (SoL), otwartego OS i komercyjnego (CS), dane tej depeszy wykorzystywane też będą w serwisie SAR,
- **CNAV** (*Comercial NAVigation*) na częstotliwości E6c (1278,45 MHz), prze-

znaczona dla serwisu komercyjnego,

- **GNAV** (*Government NAVigation*) na częstotliwości E6a (1278,45 MHz), przeznaczona dla serwisu rządowego PRS.

Strukturę czasową oraz przewidywaną zawartość trwającej 600 sekund ramki FNAV przedstawiono w [11], zaś w dalszej części niniejszego artykułu opisano szczegóły całej tej depeszy oraz ujawnioną depeszę INAV. O dwóch ostatnich depeszach, czyli CNAV i GNAV, na początku 2012 roku nadal brak było jakichkolwiek wiadomości.

Struktura ramowa depeszy FNAV

W depeszy FNAV każda ramka trwająca 600 s liczy 15 360 bitów i jest podzielona na 12 podramek po 1280 bitów. Z kolei trwająca 50 s podramka dzieli się na 5 dziesięciosekundowych stron liczących po 256 bitów. W przypadku wszystkich stron szybkość przesyłu danych wynosi 50 bit/s, ale o ile z tą samą szybkością następuje odczytywanie przez odbiornik użytkownika w czasie 0,24 s pierwszych 12 bitów tworzących wzór synchronizujący, to z szybkością dwukrotnie mniejszą, bo 25 bit/s, przez 9,76 s odczytywane są wszystkie pozostałe 244 bity. Na owe 244 bity składa się 6 bitów numeru identyfikującego typ strony, 208 bitów danych nawigacyjnych, 24 bity cyklicznej sumy kontrolnej **CRC** (*Cyclic Redundancy Check*) opierającej się na kontroli parzystości danych i służącej detekcji błędów w bitach typu strony i danych nawigacyjnych oraz 6 bitów końcowych. Tym samym w każdej ramce 720 bitów odczytuje się w odbiorniku z szybkością 50 bit/s, zaś pozostałe 14 640 – z szybkością 25 bit/s, co w 600 sekundach jej trwania zajmuje odpowiednio 14,4 s i 585,6 s.

Depesza INAV

W depeszy INAV pojedyncza ramka trwająca 720 s liczy 93 600 bitów i jest podzielona na 24 podramki po 3900 bitów. Z kolei trwająca 30 s podramka dzieli się na 15 dwusekundowych stron liczących po 260 bitów. Podzielono ją na dwie jednosekundowe części, parzystą i nieparzystą. W przypadku każdej części szybkość przesyłu danych wynosi 250 bit/s, ale o ile z tą samą szybkością następuje odczytanie przez odbiornik użytkownika przez 0,04 s pierwszych 10 bitów wzoru synchronizującego, to z szybkością dwukrotnie mniejszą, bo 125 bit/s, są odczytywane przez 0,96 s wszystkie pozostałe 120 bitów zawierające dane. Tym samym w każdej ramce 7200 bitów odczytuje się w odbiorniku z szybkością 250 bit/s, zaś pozostałe 86 400 – z szybkością 125 bit/s, co w 720 sekundach jej trwania zajmuje odpowiednio 28,8 s i 691,2 s.

Na początku 2012 roku zdefiniowano 10 spośród 15 typów stron (tabela 4). Ze względu na to, że struktura depeszy jest taka sama na obydwu częstotliwościach, a dane wysyłane są sekwencyjnie, użytkownicy odbiorników dwuczęstotliwościowych będą otrzymywać dane zawarte w depeszy INAV w czasie o połowę krótszym. W depeszy tej przekazywane też będą dane przewidziane dla serwisu **SAR** (*Search and Rescue*), przeznaczone do komunikacji z wyposażonymi w odbiorniki systemu Galileo radiopławami systemu GMDSS.

■ Tabela 4. System Galileo, depesza nawigacyjna INAV, zawartość 10 stron

Numer strony	Zawartość
1	pierwsza część efemerydy
2	druga część efemerydy
3	trzecia część efemerydy
4	czwarta część efemerydy, numer identyfikacyjny satelity, poprawka czasu zegara
5	poprawka jonosferyczna, błąd propagacyjny, zdrowie sygnału, czas ważności danych, czas systemu
6	parametry konwersji czasu systemu Galileo na czas UTC
7	pierwsza część almanachu satelity k , czas odniesienia danych
8	druga część almanachu satelity k , pierwsza część almanachu satelity $k+1$
9	druga część almanachu satelity $k+1$, pierwsza część almanachu satelity $k+2$
10	druga część almanachu satelity $k+2$, parametry konwersji czasu systemu Galileo na czas systemu GPS

W depeszy INAV almanach trzech satelitów będzie zajmować cztery strony (7, 8, 9, 10), po dwie w każdych dwóch kolejnych podramkach. Tym samym w dwunastominutowej ramce liczącej 24 podramki może zostać przesłany almanach konstelacji 36 satelitów, czyli o 6 satelitów więcej, niż docelowo ma liczyć system Galileo. Depesza INAV będzie wysyłana bowiem jednocześnie na dwóch częstotliwościach, i to w taki sposób, że gdy w danym momencie na częstotliwości E5b jest przekazywany almanach satelity o numerze 1, to na częstotliwości L1 almanach satelity o numerze 19, gdy o numerze 2, to równocześnie o numerze 20 itd. Oznacza to, że użytkownik dysponujący odbiornikiem dwuczęstotliwościowym będzie mógł odebrać almanach całej, liczącej 30 satelitów, konstelacji Galileo po jednoczesnym odbiorze 10 podramek na częstotliwości E5b i innych 10 na częstotliwości L1, czyli już po upływie 5 minut; natomiast w przypadku odbiornika jednoczęstotliwościowego po odbiorze 20 podramek, czyli dopiero po 10 minutach.

W ten sam sposób są transmitowane wszystkie pozostałe dane depeszy INAV, zawarte na stronach 1 – 6 (tabela 4), bowiem gdy na jednej częstotliwości transmitowane są strony o numerach 1, 3 i 5, to w tym samym czasie na drugiej są przekazywane strony 2, 4 i 6. Oznacza to, że użytkownik odbiornika dwuczęstotliwościowego odbierze całość danych już w połowie podramki, czyli po 15 sekundach, a użytkownik odbiornika jednoczęstotliwościowego po odbiorze całej podramki, czyli dopiero po 30 sekundach.

■ Tabela 5. System Galileo, dane efemerydalne depeszy nawigacyjnej FNAV i INAV

Parametr		Liczba słów	Jednostka
Symbol	Definicja		
M_o	anomalia średnia w momencie odniesienia	32	rad
Δn	przyrost ruchu średniego	16	rad / s
e	mimośród orbity	32	–
\sqrt{A}	pierwiastek kwadratowy z dużej półosi orbity	32	\sqrt{m}
Ω_o	długość geograficzna węzła wstępującego orbity w epoce tygodnia	32	rad
i_o	kąt inklinacji orbity w momencie odniesienia	32	rad
ω	argument perygeum orbity	32	rad
$\dot{\Omega}$	pochodna Ω_o względem czasu	24	rad / s
\dot{i}	pochodna i_o względem czasu	14	rad / s
t_{oe}	czas odniesienia efemerydy	14	s
C_{uc}	wyraz poprawkowy kosinusoidalny do argumentu szerokości	16	rad
C_{us}	wyraz poprawkowy sinusoidalny do argumentu szerokości	16	rad
C_{rc}	wyraz poprawkowy kosinusoidalny do promienia orbity	16	m
C_{rs}	wyraz poprawkowy sinusoidalny do promienia orbity	16	m
C_{ic}	wyraz poprawkowy kosinusoidalny do kąta inklinacji	16	rad
C_{is}	wyraz poprawkowy sinusoidalny do kąta inklinacji	16	rad

Dane efemerydalne depeszy INAV przedstawiono w tabeli 5. Należy tu podkreślić, że dane te mają ten sam wymiar i format, co dane depeszy FNAV.

DEPESZA LEX SYSTEMU QZSS

Wszystkie satelity systemu QZSS będą emitować sześć sygnałów na czterech różnych podanych dalej częstotliwościach [12]:

- L1 C/A i L1C na częstotliwości 1575,42 MHz,
- L2C na częstotliwości 1227,60 MHz,
- L5 na częstotliwości 1176,45 MHz,
- L1-SAIF na częstotliwości 1575,42 MHz,
- LEX na częstotliwości 1278,75 MHz odpowiadającej pasmu E6 systemu Galileo.

Pierwsze cztery sygnały, w pełni kompatybilne z sygnałami emitowanymi przez satelity systemu GPS na wyżej wymienionych częstotliwościach, są modulowane odpowiadającymi im depezbami nawigacyjnymi NAV, CNAV i CNAV-2. Piąty sygnał, L1-SAIF, zawiera depezbę nawigacyjną kompatybilną z depezbami satelitów SBAS. Natomiast szósty sygnał LEX, powstały z myślą o kompatybilności systemu QZSS z systemem Galileo, jest modulowany specjalnie stworzoną w tym celu depezbą nawigacyjną, oznaczoną symbolem D_{LEX} .

■ Tabela 6. System QZSS, depebza nawigacyjna LEX, struktura danych wiadomości typu 10 i 11

Typ wiadomości	Rodzaj danych	Liczba bitów	Numery bitów
10 i 11	czas odniesienia (TOW)	20	1– 20
10 i 11	numer tygodnia (WN)	13	21 – 33
10 i 11	epoka efemeryd i parametrów wzorca czasu	16	34 – 49
10 i 11	zdrowie sygnału	175	50 – 224
10 i 11	efemerydy i parametry wzorca czasu – pakiet 1	477	225 – 701
10 i 11	efemerydy i parametry wzorca czasu – pakiet 2	477	702 – 1178
10	efemerydy i parametry wzorca czasu – pakiet 3	477	1179 – 1655
	zarezerwowane	40	1656 – 1695
11	poprawki jonosferyczne	212	1179 – 1390
	zarezerwowane	305	1391 – 1695

Depezbę D_{LEX} tworzą różnego typu wiadomości, ale o jednolitej strukturze. Każda wiadomość liczy 2000 bitów, a jej transmisja trwa jedną sekundę, gdyż szybkość transmisji to 2 kbit/s. Każda wiadomość składa się z liczącego 49 bitów nagłówka, przypisanego jej danych, dla których zarezerwowano 1695 bitów oraz bloku kontrolnego liczącego 256 bitów. Nagłówek jest złożony z liczącej 32 bity preamble, będącej unikatowym ciągiem zeropodobnym ośmiobitowego numeru PRN satelity transmitującego daną wiadomość, ośmiobitowego numeru identyfikującego typ wiadomości oraz jednobitowego znacznika alarmu ostrzegającego użytkownika o słabej mocy sygnału LEX lub o złym stanie przekazywanych danych.

Do I połowy 2012 r. zarządzająca systemem QZSS Japońska Agencja Astronautyki zdefiniowała zaledwie trzy spośród 256 możliwych typów wiadomości. I tak wiadomość typu 10 zawiera dane dotyczące zdrowia sygnału, efemeryd oraz wzorca czasu wszystkich satelitów tego systemu, typu 11 – oprócz danych wiadomości typu 10 zawiera również poprawki jonosferyczne (tabela 6), zaś typu 20 – dane przekazywane przez Japoński Instytut Badań Geograficznych.

Podany w tabeli 6 czas odniesienia jest definiowany pełną liczbą sekund w danym tygodniu, którego numer jest przekazywany w następnym 13-bitowym słowie. Maksymalna liczba tygodni wynosi 8192 (2^{13}) i odnosi się do tego samego licznika w depezbę NAV systemu GPS. Epoka efemeryd i parametrów wzorca czasu dotyczy momentu t_0 , do którego się one odnoszą. Parametry zdrowia dotyczą stanu sygnałów 35 satelitów, w tym 32 systemu GPS i 3 systemu QZSS. Tego typu dane każdego satelity to 5 bitów, które odnoszą się do zdrowia sygnałów, kolejno L1 C/A, L2, L5, L1C i LEX. W przypadku jakichkolwiek

■ Tabela 7. System QZSS, depebza nawigacyjna LEX, nominalne okresy transmisji i aktualizacji wybranych danych oraz czas ich ważności

Dane depebzy	Nominalny okres transmisji [s]	Nominalny okres aktualizacji	Nominalny czas ważności [min]
Efemerydy	12	3 min	6
Wzorzec czasu satelity	12	3 min	6
Poprawka jonosferyczna	12	30 min	–
Zdrowie sygnału	1	1 s	–

niezgodności odpowiedni bit przybiera wartość „1”, co oznacza, że odbiornik nie weźmie już pod uwagę danego sygnału.

Efemerydy i parametry wzorca czasu na moment t_0 dotyczą tylko tego jednego satelity, którego PRN (8 bitów) został podany w nagłówku. Dane efemerydalne (łącznie 327 bitów) oprócz PRN obejmują indeks błędu wyznaczania pseudoodległości do zidentyfikowanego satelity URA (4 bity), trójwymiarowe współrzędne pozycji satelity (po 33 bity każda), po trzy składowe jego wektora szybkości (po 28 bitów), wektora przyspieszenia (po 24 bitów) i trójwymiarowego współczynnika o symbolu JERK (po 20 bity). Parametry wzorca czasu, łącznie 150 bitów, obejmują natomiast główne (46 bitów) i dodatkowe (91 bitów) współczynniki wielomianu opisującego poprawkę zegara satelity oraz opóźnienie grupowe (13 bitów) umożliwiające obliczenie przesunięcia fazowego sygnału odbieranego przez odbiornik jednoczęstotliwościowy. Poprawka ta może być używana tylko wtedy, gdy użytkownik znajduje się w obszarze objętym działaniem systemu QZSS.

Bardzo duża, w porównaniu z innymi systemami, szybkość transmisji 2 kbit/s depebzy nawigacyjnej LEX sprawia, że nie ma potrzeby wyróżniania w niej efemerydy danego satelity i almanachu systemu. Odbiór wszystkich danych dotyczących całej konstelacji zajmuje mniej niż 20 sekund. Dlatego też w systemie QZSS będzie możliwa częstsza niż w innych systemach aktualizacja danych depebzy nawigacyjnej przez segment naziemny. W tabeli 7 zestawiono okresy transmisji i uaktualniania wybranych parametrów depebzy oraz czas ich ważności. Najkrótsze okresy, transmisji (1s) i aktualizacji (1s), charakteryzują zdrowie sygnału, a najdłuższe poprawkę jonosferyczną, odpowiednio 12 s i 30 min.

ANALIZA PORÓWNAWCZA DEPEBZ NAWIGACYJNYCH

W tabeli 8 dokonano porównania kilkunastu wybranych parametrów almanachu, ramki i najmniejszej w danym systemie struktury danych depebzy nawigacyjnych systemu GPS (NAV, CNAV i CNAV-2), systemu GLONASS (ST – *Standard Accuracy*) i systemu Galileo (FNAV i INAV). Z tabeli tej wynika, że:

- almanach o największej i najmniejszej liczbie bitów jest odpowiednio w depezbę INAV systemu Galileo i ST systemu GLONASS;
- najmniejsza struktura danych jest bardzo zróżnicowana, w zależności od depebzy i systemu jest to słowo, wiadomość, podramka, ciąg lub strona, a czas jej trwania wynosi od 0,6 s do 12 s;
- wyodrębnienie bitów niezdefiniowanych, kontrolnych, końcowych, zapasowych oraz różnego rodzaju bitów o przeznaczeniu specjalnym (np. wzór synchronizujący, znacznik czasu, suma CRC, parzystość, typ strony) umożliwiło określenie rzeczywistej szybkości nadawania bitów samych danych, która jest rzędu kilkunastu bodów, przy czym szybkość ta w przypadku almanachu i ramki może być, w zależności od depebzy i systemu, taka sama, np. obie depebze systemu Galileo i depebza ST systemu GLONASS, bądź różna, np. depebza NAV systemu GPS;

■ Tabela 8. Porównanie wybranych parametrów depeszy nawigacyjnych systemów GPS, GLONASS i Galileo

Parametr		System, depesza											
		GPS					GLONASS		Galileo				
		NAV		CNAV		CNAV-2	ST		FNAV		INAV		
Almanach	czas trwania [s]	750		-		-	150		1 000		600		
	łączna liczba bitów	37 500		-		-	8 625		25 600		78 000		
	liczba bitów danych	26 640		-		-	5 775		20 800		38 400		
	liczba bitów niezdefiniowanych	1 375		-		-	146		400		40 400		
Ramka	czas trwania [s]	30		wiadomo- ść	12 (L2) 6 (L5)	18		30		600		720	
	maksymalna liczba bitów	1 500			300	883		1 725		15 360		93 600	
	liczba bitów danych	960			238	576 lub 826		1 155		12 480		46 080	
Najmniejsza struktura danych	czas trwania [s]	słowo	0,6	wiadomo- ść	12 (L2) 6 (L5)	pod- ramka	5,48 lub 12	ciąg	2	strona	10	strona	2
	łączna liczba bitów		30		300		9 lub 274 lub 600		115		256		260
	liczba bitów danych		30		238		250 lub 576		77		208		128
	liczba bitów kontrolnych		6		24		24		8		24		20 ¹⁾
Nominalna szybkość nadawania bitów [bit/s]		50		25 (L2) 50 (L5)		50		50 100 ²⁾		25		125	
Rzeczywista szybkość nadawania bitów danych almanachu ¹⁾ , ramki ²⁾ [bit/s]		35,5 ¹⁾ 32 ²⁾		19,8 ²⁾ (L2) 39,6 ²⁾ (L5)		32 ²⁾ lub 45,9 ²⁾		38,5 ^{1, 2)}		20,8 ^{1, 2)}		64 ^{1, 2)}	

1) – bity synchronizujące, 2) – znacznik czasu

● rzeczywista szybkość nadawania bitów danych w systemie GLONASS jest mniejsza od nominalnej między innymi dlatego, że w depeszy ST satelitów bloku M 30 bitów znacznika czasu w każdym dwusekundowym ciągu przesyła się z szybkością 100 bit/s, a nie jak w przypadku wszystkich pozostałych 85 – z szybkością 50 bit/s;

● w depeszy INAV systemu Galileo, zarówno czas trwania, jak i liczba przesyłanych bitów, są w przypadku ramki większe niż w przypadku almanachu; wynika to z przyjętej struktury depeszy.

■ Tabela 9. Liczba bitów wybranych parametrów depesz nawigacyjnych systemów GPS, GLONASS, Galileo i QZSS

Parametr	System, depesza nawigacyjna				
	GPS		GLONASS	Galileo	QZSS
	NAV	CNAV CNAV-2	ST	FNAV INAV	LEX
Efemerydy jednego satelity	374	462	168	356	356
Almanach jednego satelity	190	149	144	151	-
Poprawka wzorca czasu satelity względem czasu systemu	46	56	22	58	137
Poprawka jonosferyczna	64	43	-	41	132
Parametry konwersji czasu systemu do czasu UTC	104	98	32	142	-
Łączna liczba bitów	778	808	366	748	625

W tabeli 9 dokonano natomiast zestawienia liczebności bitów pięciu najważniejszych bloków danych siedmiu depesz nawigacyjnych pięciu systemów satelitarnych – trzech depesz NAV, CNAV i CNAV-2 systemu GPS, dostępnej dla użytkowni-

ków cywilnych przekazywanej wraz z kodem ST depeszy o tym samym symbolu systemu GLONASS, dwóch depesz FNAV i INAV systemu Galileo oraz depeszy LEX systemu QZSS. Pominięto natomiast blok danych tzw. parametrów serwisowych. Z tabeli tej wynika, że:

● liczebność bitów pięciu porównywanych bloków depesz CNAV i CNAV-2 systemu GPS, depesz FNAV i INAV systemu Galileo oraz depeszy LEX systemu QZSS jest praktycznie taka sama, od 625 do 808, wyjątkiem jest tu znacznie krótsza, bo licząca jedynie 366 bitów, depesza ST systemu GLONASS; przyczyn tak dużej różnicy jest kilka, ale najważniejsza to brak parametrów umożliwiających obliczanie w odbiorniku użytkownika poprawki jonosferycznej, efemerydy dotyczą nie elementów orbity keplerowskiej, jak we wszystkich innych NSS, tylko dziewięciu współrzędnych satelity, zaś czas systemu GLONASS jest związany z rosyjską odmianą UTC;

● liczba bitów przypisana niektórym parametrom danej depeszy może różnić się od liczb podanych w innych tego typu zestawieniach, gdyż część bitów jest w jednych z nich uwzględniana, w innych nie. I tak na przykład w tabeli 4.2 przez poprawkę wzorca czasu satelity należy rozumieć jedynie współczynniki wielomianu opisującego tę poprawkę, a przez poprawkę jonosferyczną współczynniki charakteryzujące amplitudę opóźnienia oraz okres modelu jonosfery;

● liczba bitów opisująca obie poprawki jest w depeszy LEX systemu QZSS znacznie większa niż we wszystkich pozostałych depeszach, gdyż pozycja użytkownika i czas mają być określane za pomocą tego systemu z bardzo dużą dokładnością.

WNIOSKI

● Struktura co najmniej jednej depeszy nawigacyjnej każdego budowanego obecnie NSS uwzględnia zakładaną ich pełną kompatybilność z co najmniej jedną depeszą innych NSS, również tych już funkcjonujących. Najlepszym przykładem są tu depesze systemu QZSS, w szczególności LEX, i ich kompatybilność z depeszami systemu GPS oraz systemu Galileo.

● O ile w obydwu obecnie funkcjonujących NSS, czyli GPS i GLONASS, szybkość przesyłu danych depeszy nawigacyjnej

i szybkość ich odczytu przez odbiornik użytkownika jest taka sama i wynosi 50 bit/s, to w depeszach przekazywanych w nowych sygnałach systemu GPS oraz budowanego systemu Galileo szybkości te są już zróżnicowane. I tak w depeszy CNAV/L2 systemu GPS wynoszą one odpowiednio 50 i 25 bit/s, a w depeszach F/NAV i INAV systemu Galileo odpowiednio 50 bit/s i 25 bit/s oraz 250 bit/s i 125 bit/s. Z kolei w powstającym systemie QZSS obie te szybkości są równe, ale, przynajmniej jak dotychczas, zdecydowanie największe, bo 2 kbit/s. Owo zróżnicowanie szybkości przesyłu i odczytu, czy też jej dwudziestokrotne zwiększenie w porównaniu z obecnie stosowanymi, podyktowane jest koniecznością dopasowania struktury depesz do rosnących potrzeb różnych grup użytkowników poszczególnych systemów.

- Pełne wykorzystanie przez wszystkich użytkowników systemu GPS depesz CNAV i CNAV-2 stanie się możliwe dopiero wtedy, gdy liczba satelitów emitujących te depesze wyniesie co najmniej 24, co według prognoz z początku 2012 roku ma nastąpić odpowiednio w roku 2016 i 2018.

- Jedynym NSS, który dotychczas nie przedstawił żadnej nowej depeszy nawigacyjnej, jest system GLONASS.

- O szczegółach depesz przekazywanych z sygnałami budowanego przez Chiny systemu Compass nadal brak jest konkretnych wiadomości.

LITERATURA

- [1] Admiralty List of Radio Signals, NP 282, vol.2, United Kingdom Hydrographic Office, Taunton, 2011/2012
- [2] Galileo Open Service Signal-In-Space Interface Control Document, European Commission, 2010
- [3] GLONASS Interface Control Document, Edition 5.1, Moskwa 2008

- [4] Groves P.D.: *Principles of GNSS, Inertial, and multisensor integrated navigation systems*, Artech House, Boston/London, 2008
- [5] IS-GPS-200, Interface Specification, Revision E, Global Positioning System Wing, USA 2010
- [6] IS-GPS-705, Interface Specification, Revision A, Global Positioning System Wing, USA 2010
- [7] IS-GPS-800, Interface Specification, Revision A, Global Positioning System Wing, USA 2010
- [8] IS-QZSS, Interface Specification, Draft V1.2, Japan Aerospace Exploration Agency, Japonia 2010
- [9] Januszewski J.: *Charakterystyka sygnałów nawigacyjnych systemów satelitarnych dziś oraz w bliższej i dalszej przyszłości*, Przegląd Telekomunikacyjny + Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 7, 2008
- [10] Januszewski J.: *Nawigacyjne systemy satelitarne dziś oraz w bliższej i dalszej przyszłości*, Przegląd Telekomunikacyjny + Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 12, 2007
- [11] Januszewski J.: *Depesza nawigacyjna systemów satelitarnych obecnie i w przyszłości*, Przegląd Telekomunikacyjny + Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 10, 2009
- [12] Januszewski J.: *Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010
- [13] Kaplan E.D., Hegarty C.J.: *Understanding GPS Principles and Applications*, Artech House, Boston/London, 2006
- [14] Misra P., Enge P.: *Global Positioning System Signals, Measurements and Performance*, Ganga-Jamuna Press, Lincoln, 2006
- [15] Narkiewicz J.: *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2007
- [16] Prasad R., Ruggieri M.: *Applied Satellite Navigation Using GPS, Galileo and Augmentation Systems*, Artech House, Boston/London, 2005
- [17] Stansell T., Hudnut K., Keegan R.: *Future wave*, GPS World, no 4, 2011

STRESZCZENIA ARTYKUŁÓW/ SUMMARY ARTICLES

ZAGADNIENIA OGÓLNE	SIECI TELEKOMUNIKACYJNE	USŁUGI MULTIMEDIA	ELEMENTY UKŁADY METODY	TELETRANSMISJA	TELEFONIA	TELEINFORMATYKA	OPTOTELEKOMUNIKACJA	RADIO-KOMUNIKACJA RADIOFONIA TELEWIZJA	POMIARY	EKONOMIKA PRAWO	SPONSOROWANE
GENERAL PROBLEMS	COMMUNICATION NETWORKS	SERVICES MULTIMEDIA	COMPONENTS DEVICES METHODS	TELETRANSMISSION	TELEPHONY	COMPUTER SCIENCE	OPTOCOMMUNICATIONS	RADIOCOMMUNICATION RADIO TELEVISION	MEASUREMENTS	ECONOMICS LAW	SPONSORING



DŁUGOSZ T., WRÓBEL R.: **Wirtualizacja usług serwerowych w sieciach telekomunikacyjnych**

Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne nr 10/2012 s. 1603

Przedmiotem artykułu jest wirtualizacja serwera. Omówiono różne typy wirtualizacji. Przeprowadzono testy wydajnościowe wybranych usług w sieciach komputerowych opartych na wirtualnych serwerach Windows Server 2008 i Debian GNU/Linux.

Słowa kluczowe: usługi serwerowe, wirtualizacja serwerów, sieci komputerowe



KOŚCIELNIK D.: **Algorytmy sterowania szybkością transmisji w sieciach WLAN**

Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne nr 10/2012 s. 1608

Automatyczne dobieranie prędkości transmisji do warunków panujących w kanale radiowym umożliwia osiągnięcie przez stacje sieci WLAN maksymalnej efektywności przesyłania danych. Przedstawiono kilka propozycji algorytmów realizujących to zadanie, klasyfikując je w zależności od rodzaju analizowanych przez nie parametrów. Określono także warunki, w jakich poszczególne z algorytmów radzą sobie najlepiej.

Słowa kluczowe: WLAN, *multirate*, adaptacja szybkości transmisji



DŁUGOSZ T., WRÓBEL R.: **Server virtualization services in telecommunication networks**

Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne No 10/2012 p. 1603

This paper is devoted to server virtualization services. Different types of virtualizations are presented. Efficiency tests of selected services in computer networks based on virtual servers Windows Server 2008 iDebian GNU/Linux were made.

Key words: server services, server virtualization, computer networks



KOŚCIELNIK D.: **Algorithms for controlling transmission rate in WLANs**

Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne No 10/2012 p. 1608

Automatic selection of transmission bitrate to current conditions in radio channel enables the stations to reach the maximum efficiency of data transfer in WLANs. Several algorithms that manage this task are proposed in the paper. These algorithms are classified according to classes of data they process. Furthermore, the conditions enabling the optimal performance of particular algorithms are specified.

Key words: WLAN, *multirate*, transmission bitrate adaptation