



System GLONASS, czyli nawigacja satelitarna po rosyjsku



Obecnie jedynie USA i Rosja posiadają globalne systemy nawigacji satelitarnej (GPS i GLONASS), a Unia Europejska dopiero rozwija własny cywilny system Galileo.

Od 1999 roku władze rosyjskie podejmują regularne i konsekwentne działania zmierzające do udostępnienia serwisu GLONASS użytkownikom cywilnym.

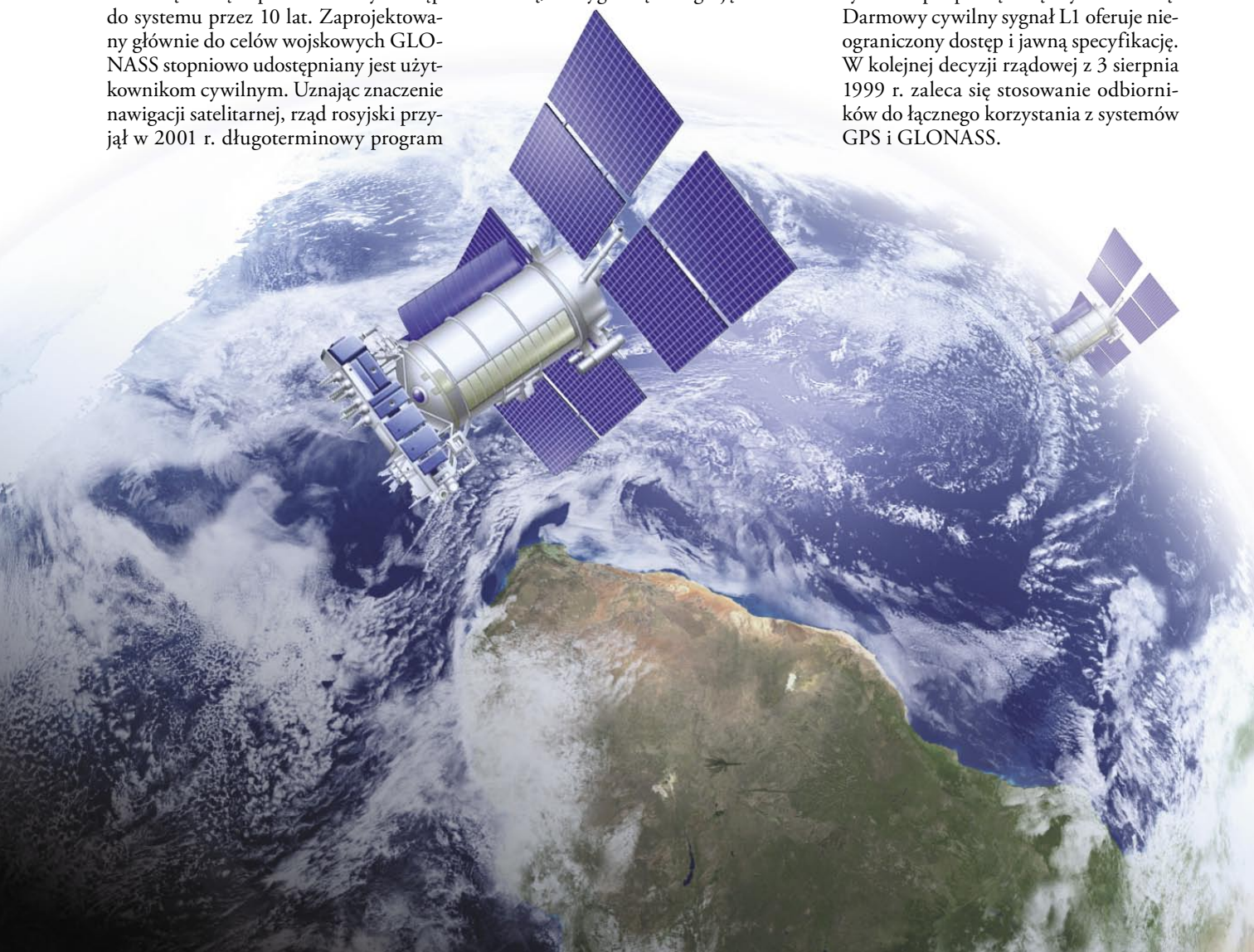
W ostatnich latach nawigacja satelitarna znalazła wiele zastosowań, a systemy nawigacji satelitarnej stały się elementem infrastruktury państwa zapewniającym bezpieczeństwo narodowe i rozwój ekonomiczny. Rosyjski GLONASS zaczął działać w 1993 r. z konstelacją 12 satelitów, a w 1995 r. miał ich już 24. Wtedy też rząd tego kraju zobowiązał się zapewnić wolny dostęp do systemu przez 10 lat. Zaprojektowany głównie do celów wojskowych GLONASS stopniowo udostępniany jest użytkownikom cywilnym. Uznając znaczenie nawigacji satelitarnej, rząd rosyjski przyjął w 2001 r. długoterminowy program

utrzymania, modernizacji i zastosowania systemu GLONASS, zapewniający rozwój i produkcję seryjną sprzętu użytkownika. Ostatecznym celem programu jest w pełni operacyjny system globalny z parametrami zapewniającymi szerokie jego wykorzystanie na rosyjskim i światowym rynku. Współistnienie GPS, GLONASS i Galileo gwarantuje rozbudowaną, wiarygodną nawigację satelitar-

na, zapewniając obywatelom usługi najwyższej jakości. Jako element globalnego systemu GLONASS już teraz przyczynia się do zwiększenia zasięgu sygnałów nawigacyjnych GPS, zwłaszcza na terenach miejskich.

Polityka państwa rosyjskiego

Od 1999 roku władze rosyjskie podejmują systematyczne i konsekwentne działania zmierzające do udostępnienia serwisu GLONASS użytkownikom cywilnym. Dwa podstawowe dokumenty (dyrektywa prezydenta z 18 lutego 1999 r. i decyzja rządu z 29 marca 1999 r.) definiują GLONASS jako system o podwójnym zastosowaniu, otwarty na współpracę międzynarodową. Darmowy cywilny sygnał L1 oferuje nieograniczony dostęp i jawną specyfikację. W kolejnej decyzji rządowej z 3 sierpnia 1999 r. zaleca się stosowanie odbiorników do łącznego korzystania z systemów GPS i GLONASS.



Rozmieszczenie naziemnych stacji monitorujących GLONASS



Wreszcie 20 sierpnia 2001 r. rząd rosyjski przyjmuje Federalny Program Misji GLONASS, zapewniając mu długoterminowe finansowanie (przez 10 lat, począwszy od roku 2002) ze środków wyraźnie wyodrębnionych w budżecie państwa. Obejmuje on rozwój wszystkich segmentów systemu – kosmicznego, kontroli naziemnej i użytkowników. Jest

to pierwszy w historii Rosji (i ZSRR) federalny program kosmiczny. W jego realizację zaangażowanych jest 8 instytucji państwowych: Federalna Agencja Kosmiczna (Roskosmos) – odpowiadająca za ogólną koordynację programu, Ministerstwo Obrony, Agencja Przemysłu, Agencja Lotnictwa Cywilnego, Agencja Morska, Agencja Transportu Drogo-

wego, Agencja Transportu Kolejowego i Agencja Kartograficzna. Program obejmuje takie zagadnienia, jak:

- utrzymanie, modernizacja, wdrożenie i funkcjonowanie systemu GLONASS;
- rozwój odbiorników nawigacyjnych i sprzętu użytkownika dla potrzeb cywilnych, przygotowanie przemysłu do seryjnej produkcji urządzeń nawigacji satelitarnej;
- zastosowanie sprzętu i technologii nawigacji satelitarnej w transporcie (lotniczym, morskim, kolejowym, drogowym);
- zastosowanie nawigacji satelitarnej w geodezji na terenie Rosji, modernizacja systemu geodezyjnego;
- rozwój odbiorników nawigacyjnych i sprzętu użytkownika dla zastosowań specjalnych (wojsko, siły specjalne).

W 2002 roku powołano Radę Koordynacyjną działającą pod przewodnictwem przedstawiciela Roskosmosu, w skład której wchodzi reprezentanci 8 wymienionych instytucji. Za bezpośrednią realizację wytycznych Rady odpowiada Komitet Wykonawczy z udziałem przedstawicieli użytkowników i sektora przemysłowego.

Dopiero od powołania Rady Koordynacyjnej GLONASS stał się w praktyce systemem o podwójnym zastosowaniu – zarówno cywilnym, jak i wojskowym. Strategię rozwoju systemu opracowuje Rada złożona głównie z instytucji cywilnych, a Ministerstwo Obrony zajmuje się utrzymaniem i funkcjonowaniem GLONASS.

Planowany rozwój systemu GLONASS

	GLONASS	GLONASS-M	GLONASS-K	GLONASS-KM
Testowe wystrzelenie pierwszego satelity	jest już na orbicie	jest już na orbicie	2008	2015...
Czas funkcjonowania [lata]	3	7	10-12	przedłużony
Waga [kg]	1400	1400	750	będzie zdef.
Liczba satelitów wyniesionych przez rakiety:				
• Proton	3	3	6	6 (będzie potw.)
• Sojuz	–	–	2	2 (będzie potw.)
Moc [W]	1000	1000	1000 (będzie potw.)	będzie zdef.
Dokładność wyznaczania pozycji użytkownika (pionowej, w czasie rzeczywistym) [m]	60	30	5-7 (będzie potw.) (20-30 cm z poprawkami różnicowymi)	będzie zdef.
Liczba sygnałów cywilnych	1	2	3	3 (będzie potw.)
Liczba sygnałów o kontrolowanym dostępie	2	2	3 (będzie potw.)	będzie zdef.
Dzienna stabilność zegarów pokładowych	5×10^{-13}	1×10^{-13}	1×10^{-14} (będzie potw.)	będzie zdef.
Połączenia międzysatelitarne	–	od 3. satelity	tak	tak
Dodatkowe funkcje	–	monitorowanie prób broni jądrowej	jak GLONASS-M oraz search and rescue (będzie potw.) sygnał zintegrowany (będzie potw.) poprawki różnicowe (będzie potw.)	jak GLONASS-M oraz serwis zorientowany na użytkownika (będzie zdef.)

będzie potw. – będzie potwierdzona, będzie zdef. – będzie zdefiniowana



Etapy rozwoju segmentu kosmicznego GLONASS

1. Obecnie na orbicie znajduje się 14 satelitów: 12 GLONASS i 2 GLONASS-M (jeden operacyjny, jeden w fazie lotu testowego); pod koniec br. ma być wystrzelony kolejny. Celem krótkoterminowym jest utrzymanie systemu poprzez wystrzelenie satelitów GLONASS aktualnej generacji. Nawet ograniczona konstelacja zapewnia użytkownikom cywilnym standardowe usługi (choć z przerwami sięgającymi nawet 3-4 godzin).

2. Od 2005 roku planowane jest wprowadzenie satelitów GLONASS-M o przedłużonej żywotności (do 7 lat). Na częstotliwości L2 nadawany będzie drugi sygnał cywilny. Dokładność wyznaczenia pozycji absolutnej powinna być lepsza niż 30 m (w 95%). W tym etapie planowane jest także przeprowadzenie modernizacji segmentu kontroli naziemnej oraz wprowadzenie systemu monitorowania wiarygodności. Do 2007 roku zakłada się umieszczenie na orbicie 18 satelitów niezbędnych do zapewnienia globalnego zasięgu systemu.

3. Po 2008 roku zostanie wprowadzona nowa, ulepszona generacja satelitów GLONASS-K. Pojawi się trzeci sygnał cywilny na częstotliwości L3 (L5). Nowe satelity umożliwią uruchomienie usługi *search and rescue*. Dokładność pomiaru ma wynosić 5-7 m (w 95%). Planowana jest dalsza modernizacja systemu naziemnego w celu zwiększenia dokładności i wiarygodności pozycjonowania oraz rozbudowa konstelacji do 24 satelitów w 2011 r.

systemy różnicowe, systemy zarządzania i kontroli oparte na połączeniu funkcji nawigacyjnych, komunikacyjnych i kartograficznych).

Wymagania techniczne GLONASS zakładają osiągnięcie następujących parametrów dokładności (95%):

- poziomej – 28 m,
- pionowej – 60 m,
- prędkości – 15 cm/s,
- skali czasu użytkownika do skali UTC (SU) – 1 mikrosekunda.

GPS, GLONASS i Galileo

Rosja prowadzi obecnie negocjacje z Unią Europejską, Europejską Agencją Kosmiczną, a także Stanami Zjednoczonymi, Chinami, Indiami i innymi państwami na temat współpracy międzynarodowej w zakresie systemów nawigacji satelitarnej. Jej efektem byłyby zapewnienie maksymalnych korzyści użytkownikom poprzez dostarczenie im dokładnych, wiarygodnych i dostępnych usług nawigacyjnych opartych na 3 kompatybilnych, interoperacyjnych i komplementarnych systemach: GPS, GLONASS i Galileo.

Konsultacje pomiędzy Rosją a Unią Europejską mają doprowadzić do podpisania porozumienia Galileo-GLONASS. Specjalna grupa ekspertów rozwiązuje problemy związane z kompatybilnością i interoperacyjnością obu systemów, a zwłaszcza sygnału L3/E5b. Przemysł rosyjski aktywnie uczestniczy w budowie Galileo – m.in. udostępnia rakiety Sojuz do wynoszenia na orbitę testowego satelity GSTB-V2, dostarcza dla niego reflektory laserowe oraz angażuje się w konstruowanie maserów wodorowych służących za wzorce czasu. Rosja bierze także udział w 6. Programie Ramowym UE.

W grudniu 2004 roku zawarła porozumienie z Indiami regulujące kwestie zaangażowania tego kraju w utrzymanie konstelacji satelitów GLONASS (w tym także wynoszenia na orbitę satelitów GLONASS-M przez indyjską raketę GSLV) i rozwój naziemnej infrastruktury GNSS oraz dostępu do usług cywilnych. Niemal równocześnie podpisała wspólnie ze Stanami Zjednoczonymi deklarację, w której potwierdzono dążenie do zapewnienia kompatybilności i interoperacyjności systemów GPS i GLONASS oraz wdrożenia usługi *search and rescue*. Obie strony zobowiązały się do nieobciążania użytkowników żadnymi bezpośrednimi opłatami za korzystanie z cywilnych usług GPS/GLONASS i do współpracy w organizacjach międzynarodowych. Trwają prace nad formalnym porozumieniem Rosja – USA.

Ponadto dzięki wysiłkom rosyjskiej Federalnej Agencji Kosmicznej i wielu innych podmiotów zaangażowanych w rozwój GLONASS system ten został oficjalnie uznany przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego (ICAO), Międzynarodową Organizację Morską (IMO) i powstający właśnie Międzynarodowy Komitet ONZ ds. Nawigacji.

ANNA KOBIERZYCKA

PUNKT INFORMACYJNY GALILEO

PRZY CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN
ZAJMUJE SIĘ PROMOCJĄ ROZWOJU
I WYKORZYSTANIA NAWIGACJI SATELITARNEJ,
PROWADZĄC AKCJE INFORMACYJNE,
WSPIERAJĄCE I DORADCZE NA TEMAT
PROGRAMU GALILEO

Struktura i aktualny status GLONASS

System GLONASS składa się z trzech segmentów:

- kosmicznego (docelowo konstelacja 24 satelitów na orbicie – wys. 19 100 km, nachylenie 64,8°, czas obiegu 11 godz. 15 min);
- kontroli naziemnej (centrum kontroli GLONASS, 4 stacje monitorujące, centralny zegar systemu, system monitoringu sygnału nawigacyjnego oparty na bezpośrednim porównywaniu sygnału dwu- i jednodrogowego);
- użytkowników (odbiorniki przystosowane do różnych aplikacji, lokalne i regionalne pod-

