

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1317

CONSIDERACIONES PARA LA COMPARTICIÓN ENTRE SISTEMAS DE OTROS SERVICIOS QUE OPERAN EN LAS BANDAS ASIGNADAS A LOS SERVICIOS DE RADIONAVEGACIÓN POR SATÉLITE Y DE RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA Y EL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GLONASS-M)

(Cuestiones UIT-R 201/8 y UIT-R 217/8)

(1997)

Resumen

En esta Recomendación se presentan las características técnicas de un receptor típico del sistema GLONASS-M y la descripción técnica de dicho sistema. Esta información se utilizará cuando se evalúe la compartición con otros servicios que operan en la banda utilizada por GLONASS-M.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS-M) facilita información de navegación de precisión a escala mundial en tres dimensiones a las estaciones aéreas, terrestres y marítimas;
- b) que las bandas 1 215-1 260 MHz y 1 559-1 610 MHz están atribuidas a título primario a los servicios de radiolocalización y de radionavegación por satélite y a los servicios de radionavegación aeronáutica y de radionavegación por satélite, respectivamente en las tres Regiones;
- c) que la banda 1 610-1 626,5 MHz está atribuida a título primario al servicio de radionavegación aeronáutica y el servicio móvil por satélite (SMS) (enlace ascendente) en las tres Regiones;
- d) que muchas administraciones atribuyen además a título primario la banda 1 215-1 260 MHz a los servicios fijo, móvil y de radionavegación, la banda 1 559-1 610 MHz a título primario, al servicio fijo, y la banda 1 610-1 626,5 MHz, a título primario, al SMS;
- e) que toda estación terrestre adecuadamente equipada puede recibir información del sistema GLONASS-M en todo el mundo;
- f) que el sistema GLONASS-M ofrece un servicio de radionavegación por satélite conforme al número S4.10 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR);
- g) las disposiciones del número S5.364 del RR,

recomienda

- 1** que se utilicen las características y la descripción del sistema que figuran en los Anexos 1 y 2 al evaluar la compartición entre otros servicios y el sistema GLONASS-M, teniendo en cuenta lo dispuesto en el número S5.364 del RR;
- 2** que estas características de los receptores GLONASS-M se utilicen como base para realizar estudios a fin de determinar si algunos entornos requieren características de receptor más estrictas.

ANEXO 1

Características de un receptor GLONASS-M

(Para un receptor corriente de bajo coste)

Frecuencias de portadora L1 y L2:	Véase el § 1.1 del Anexo 2
Velocidad de chip de código, P:	5,11 Mbit/s
Velocidad de chip de código, C/A:	0,511 Mbit/s
Velocidad de datos de navegación:	50 bit/s
Proporción de bits erróneos sin detectar:	1×10^{-5}
Nivel mínimo de potencia recibido (L1, P, C/A):	-161 dBW
Nivel mínimo de potencia recibido (L2, P, C/A):	-167 dBW
Nivel de limitación del preamplificador:	-80 dBW
Nivel de saturación del preamplificador:	-1 dBW, promedio
Tiempo de recuperación por sobrecarga:	1 s
Anchura de banda del filtro a 3 dB en radiofrecuencia (RF):	± 20 MHz
Anchura de banda del filtro a 30 dB en RF:	± 45 MHz
Margen interferencia/señal (<i>I/S</i>) admisible (L1, C/A):	15 dB (para adquisición)
Margen <i>I/S</i> admisible (L1, P):	25 dB (para adquisición).

Estos valores indican las características de los receptores actuales. Es posible que en algunos entornos (aeronáutico o marítimo, por ejemplo) los valores exigidos en las características del receptor (por ejemplo, tiempo de recuperación por sobrecarga, *I/C*, etc.) sean más estrictos.

ANEXO 2

Descripción técnica y características del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GLONASS-M)**1 El sistema GLONASS-M****1.1 Introducción**

El sistema GLONASS-M consta de 24 satélites igualmente espaciados en tres planos orbitales con ocho satélites en cada uno. El ángulo de inclinación de la órbita es de 64,8°. Cada satélite transmite señales de navegación en las bandas de frecuencia L1 (1,6 GHz) y L2 (1,2 GHz). Los satélites se diferencian por las frecuencias de portadora; los satélites antipodales situados en el mismo plano pueden utilizar la misma frecuencia de portadora. Las señales de navegación se modulan con un tren de bits continuo (que contiene información sobre la efemérides y la hora del satélite), así como con un código pseudoaleatorio para mediciones de pseudoalcance. Un usuario que reciba señales de al menos cuatro satélites puede determinar con mucha precisión las tres coordenadas de ubicación y las tres componentes del vector velocidad. Es posible determinar la posición de navegación cuando el móvil se encuentre en la superficie de la Tierra o próximo a ella.

1.1.1 Requisitos de frecuencia

Los requisitos de frecuencia para los sistemas GLONASS-M se basan en la transparencia de la ionosfera, el balance del enlace radioeléctrico, la sencillez de las antenas del usuario, la supresión del multitrayecto, los costos del equipo y las disposiciones del RR. Las señales son una combinación de una portadora modulada con un código C/A y una portadora modulada con un código P con una deriva (desplazamiento) de fase relativa de 90°. Las frecuencias de portadora varían en un múltiplo entero de 0,5625 MHz en la banda L1 y en 0,4375 MHz en la banda L2. Para cada satélite, la proporción de frecuencias transmitidas en las bandas L1 y L2 es de 9/7.

El plan de frecuencias de GLONASS-M se elaborará en tres etapas. Antes de 1998, se utilizarán 25 frecuencias de portadora en las bandas L1 y L2. La gama de frecuencias de las portadoras figura más adelante. La banda L1 utilizará las frecuencias de portadora de 1 602,00 MHz (más baja) a 1 615,50 MHz (más alta) y la banda L2, las frecuencias de portadora de 1 246,00 MHz (más baja) a 1 256,50 MHz (más alta). Sin embargo, no se utilizarán las frecuencias de portadora en la banda 1 610,6-1 613,8 MHz.

En la segunda fase (1998-2005) se utilizarán 21 frecuencias de portadora en las bandas L1 y L2. La banda L1 utilizará las frecuencias de portadora de 1 598,0625 MHz (más baja) a 1 609,3125 MHz (más alta) y la banda L2, las frecuencias de portadora de 1 242,9375 MHz (más baja) a 1 251,6875 MHz (más alta). Las frecuencias de portadora más altas, 1 609,3125 MHz y 1 251,6875 MHz, sólo se utilizarán en circunstancias excepcionales.

Después de 2005, GLONASS-M utilizará 14 frecuencias de portadora. Las dos portadoras más altas de las bandas de frecuencia L1 y L2 sólo se utilizarán como canales técnicos (para lanzamiento y prueba). Por consiguiente, el sistema GLONASS-M utilizará en la banda L1 las frecuencias de portadora de 1 598,0625 MHz (más baja) a 1 605,3750 MHz (más alta), y en la banda L2, las frecuencias de portadora de 1 242,9375 MHz (más baja) a 1 248,6250 MHz (más alta). Sin embargo, las frecuencias de portadora 1 604,8125 MHz y 1 605,375 MHz en la banda L1, y 1 248,1875 MHz y 1 248,6250 MHz en la banda L2 sólo se utilizarán como canales técnicos cuando el satélite se encuentre sobre la Federación de Rusia.

GLONASS-M suministrará un servicio de ayuda a la navegación a escala mundial. El requisito de seguridad de navegación que exige dicho servicio pone de manifiesto la importancia fundamental de que otros servicios de radiocomunicaciones no causen interferencias perjudiciales a los receptores de este sistema.

1.2 Presentación del sistema

El sistema GLONASS-M proporciona una ayuda a la navegación y la transmisión de señales horarias continua a cualquier parte de la superficie terrestre o próxima a ella, en todo tipo de condiciones meteorológicas.

El sistema funciona según el principio de la triangulación pasiva. El equipo de usuario de GLONASS-M mide los seudalcances y las seudovelocidades radiales relativas a cuatro satélites y reciben información sobre la efemérides y los parámetros de reloj de los satélites. Basándose en estos datos, se calculan las tres coordenadas de la ubicación del usuario y las tres componentes del vector velocidad y se realiza la corrección en el reloj del usuario y la frecuencia. GLONASS-M utiliza el sistema de coordenadas PE-90.

GLONASS-M ofrece dos niveles de precisión de navegación: el nivel de precisión normalizado (SAL – standard accuracy level) y el nivel de alta precisión (HAL – high accuracy level). El SAL utiliza señales C/A y el HAL señales P.

1.3 Descripción del sistema

El sistema GLONASS-M consta de tres segmentos principales: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario.

1.3.1 El segmento espacial

El sistema GLONASS-M consta de 24 satélites situados en tres planos orbitales, con ocho satélites cada uno. Los planos están separados entre sí por 120° respecto al Ecuador, con un ángulo de inclinación de la órbita de 64,8°. Los satélites están igualmente espaciados por 45° en un plano. Su periodo de rotación es de 11 h 15 min. La altura de la órbita es de 19 100 km.

Cada satélite dispone del siguiente equipo principal:

- patrones atómicos de frecuencia y de hora;
- un procesador para calcular y almacenar los datos de navegación;
- un conjunto de señales pseudoaleatorias;
- transmisores para las bandas L1 y L2, y
- antenas de transmisión para las bandas L1 y L2.

1.3.2 El segmento de control

El segmento de control consta de un centro de control del sistema y una red de estaciones de comprobación técnica situadas en el territorio de la Federación de Rusia.

Las estaciones de comprobación técnica miden los parámetros orbitales del satélite y la deriva del reloj respecto al reloj del sistema principal. Estos datos se transmiten al centro de control del sistema. Diariamente, el centro calcula la efemérides y los parámetros de corrección del reloj para posteriormente cargar los mensajes a los satélites a través de las estaciones de comprobación técnica.

1.3.3 El segmento de usuario

El segmento de usuario consta de un gran número de terminales de usuario de diferentes tipos. Cada uno de éstos tiene una antena, un receptor, un procesador y un dispositivo de entrada/salida. Este equipo puede combinarse con otros dispositivos para aumentar la precisión y fiabilidad de la navegación. Tal combinación puede ser especialmente útil en plataformas altamente dinámicas.

1.4 Estructura de las señales de navegación

La estructura C/A de las señales es la misma para las bandas L1 y L2. Se trata de una secuencia pseudoaleatoria sumada módulo 2 al tren de datos digitales continuo transmitidos a una velocidad binaria de 50 bit/s. Esta secuencia tiene una velocidad de chip de 0,511 MHz y un periodo de 1 ms.

En la banda L1, la señal P es también una secuencia pseudoaleatoria, pero con una velocidad de chip de 5,11 MHz sumada módulo 2 a un tren de datos continuo. La señal P de la banda L2 se diferencia de la señal P de la banda L1 en que no posee datos digitales.

Los datos digitales incluyen información sobre la efemérides del satélite, la hora del reloj y otra información de utilidad.

Todas las señales de navegación de las bandas L1 y L2 utilizan una modulación bifásica de portadora de 0° ó 180°.

1.5 Potencia y espectros de la señal

Los satélites GLONASS-M emplean una antena de haz conformado que irradia una potencia casi uniforme a los usuarios del sistema. Las señales transmitidas tienen una polarización dextrógira elíptica con un factor de elipticidad no peor de 0,7 para las bandas L1 y L2. La mínima potencia garantizada de una señal a la entrada de un receptor (suponiendo una antena de ganancia 0 dBic) se indica como -161 dBW (-131 dBm) para las señales C/A y P en la banda L1, y -167 dBW (-137 dBm) para ambas señales en la banda L2.

La envolvente del espectro de potencia de la señal de navegación viene descrita por la función $(\sin x/x)^2$,

donde:

$$x = \pi(f - f_c)/f_t$$

en la que:

f : frecuencia considerada

f_c : frecuencia de portadora de la señal

f_t : 5,11 MHz para las señales de código P ó

0,511 MHz para las señales de código C/A.

El principal lóbulo del espectro forma el espectro operacional de la señal. Ocupa una anchura de banda igual a $2f_t$. Los lóbulos tienen una anchura igual a f_t . El primer y el segundo lóbulos están, respectivamente, 13 dB y 18 dB más bajos que el nivel máximo del lóbulo principal.

2 Características del receptor

El equipo de usuario de navegación consta de una antena, un receptor, un procesador y un dispositivo de entrada/salida. La antena tiene una zona de visión de $\pm 85^\circ$ desde la vertical local (equivalente a un ángulo de elevación de 5°) para recibir señales procedentes de muchos satélites visibles. Sin embargo, la antena, al ser omnidireccional, no posee suficiente capacidad de discriminación espacial frente a las interferencias.

La parte de radiofrecuencia del receptor está normalmente compuesta de un filtro paso banda, un preamplificador y un conversor-reductor multietapas. El filtro paso banda rechaza las señales fuera de banda. El preamplificador dispone de un diodo que sirve únicamente para proteger al receptor de las averías que podrían producirse cuando aparece una señal de interferencia de alta potencia.

La parte digital del receptor y el procesador permite la ecualización de las señales, el seguimiento de código de pseudoruido, el rastreo de fase de portadora, la demodulación de datos digitales y la marcación de la hora. La anchura de banda de entrada del receptor es de ± 20 MHz (nivel de -3 dB) y de ± 45 MHz (nivel de -30 dB), y la temperatura de ruido es de 300 K (normalmente).

3 Umbrales de interferencia

Dos formas de interferencia pueden afectar al receptor del sistema GLONASS-M:

- Cuando el receptor resulta afectado por una interferencia de impulsos de alta potencia, se puede producir una saturación del preamplificador. Para evitarlo, éste dispone de un limitador de diodos que puede proteger hasta un nivel de interferencia máximo de 0,8-1 W (de -1 a 0 dBW).
- Las interferencias continuas provocan un incremento de la temperatura de ruido del receptor. La repercusión se calcula mediante la relación interferencia admisible/señal para adquisición, que constituye +15 dB para una señal C/A y +25 dB para la señal de código P en la banda L1.

El receptor es más sensible a la interferencia exterior cuando funciona en modo adquisición.

Los criterios anteriores consideran las situaciones y diagramas de antena reales cuando la señal deseada se recibe por el mínimo del diagrama de antena, y la señal interferente, por su máximo.
