МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ КОМИССИЯ ПО ВРЕМЕНИ И ЭТАЛОННЫМ ЧАСТОТАМ.
ГЛАВНЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ РФ.
ФГУП "ВНИИФТРИ".
141570, п/о Менделеево, Московской обл., Россия
Факс: (095) 534 06 09
Тел.: (095) 535 93 20
E-mail: admin@imvp.ru
www.vniiftri.ru

БЮЛЛЕТЕНЬ В 11 / 2004

ЭТАЛОННЫЕ СИГНАЛЫ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГРАММЫ ПЕРЕДАЧ ЧЕРЕЗ РАДИОСТАНЦИИ, НАЗЕМНЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НАВИГАЦИИ, СЕТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО И ЗВУКОВОГО ВЕЩАНИЯ.

Москва 2004 г

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

ГСВЧ	-	Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли РФ;
ГЭВЧ	-	Государственный первичный эталон времени и частоты РФ;
ЭСЧВ	-	эталонные сигналы частоты и времени;
ШВ	-	шкала времени
РЕ	-	размер единиц;
UTC(SU)	-	национальная шкала координированного времени России;
ГЛОНАСС	-	Глобальная навигационная спутниковая система России;
СПВ	-	сигналы проверки времени
ТЗВ	-	текущие значения времени

Эталонные сигналы частоты и времени - это средство передачи размеров единиц и шкал времени, и представляют собой несущие колебания, модулированные по амплитуде и/или фазе, частоте сигналами, содержащими временные метки ШВ, а также информацию о текущих значениях времени, дате и другой дополнительной информации (см. пп. 1.3, 1.4, приложения 2 - 4).

ЭСЧВ предназначены для передачи размеров единиц времени, частоты и шкалы координированного времени UTC (SU) от государственного первичного эталона к эталонным и рабочим средствам измерений с целью обеспечения единства измерений в стране. Для передачи эталонных сигналов Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли использует разветвленную сеть средств передачи, которая включает в себя:

- ДВ специализированные радиостанции РБУ и РТЗ;
- КВ специализированную радиостанцию РВМ;
- средства передачи ЭСЧВ через радиостанции связи СДВ диапазона и радионавигационные станции ДВ диапазона;
- космическую навигационную систему ГЛОНАСС;
- средства передачи ЭСЧВ совместно с сигналами телевидения;
- средства передачи ЭСЧВ совместно с сигналами радиовещания.

ЭСЧВ, излучаемые радио- и телевизионными станциями, а также спутниками ГЛОНАСС контролируются пунктами метрологического контроля ГСВЧ. Результаты метрологического контроля публикуются в бюллетенях ГСВЧ (серии Д, Ж и З).

Настоящий бюллетень содержит сведения о передачах ЭСЧВ через радиостанции: РБУ (RBU), РТЗ (RTZ), РВМ (RWM), РЙХ-90 (RJH-90), РАБ-99 (RAB-99), РЙХ-63 (RJH-63), РЙХ-69 (RJH-69), РЙХ-86 (RJH-86), РЙХ-77 (RJH-77), РНС-Е (А), РНС-Е (Д) и РНС-В (А), а также систему ГЛОНАСС, телевидение и сеть звукового вещания. Кроме этого, бюллетень содержит сведения о передачах сигналов частоты и времени через некоторые зарубежные радиостанции.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ

1.1. Погрешность излучаемых сигналов по времени.

Все эталонные сигналы времени, передаваемые через радиостанции ГСВЧ, систему ГЛОНАСС, телевидение и сеть звукового вещания, формируются на базе национальной шкалы координированного времени UTC (SU), воспроизводимой государственным первичным эталоном времени и частоты [1].

1.1.1.Временные метки ШВ соответствуют временному положению характерных точек излучаемых ЭСЧВ (см. п.1.3).

1.1.2. Допустимое расхождение временного положения меток ШВ ЭСЧВ, излучаемых антеннами радиостанции РВМ, относительно UTC(SU) не должно превышать ±20 мкс, антеннами радиостанций РБУ, РТЗ, РАБ-99, РЙХ-63, РЙХ-69, РЙХ-77, РЙХ-86, РЙХ-90, РНС-Е (А), РНС-В (А), РНС-Е(Д) ±10 мкс.

1.1.3. Расхождение между шкалой системного времени ГЛОНАСС и UTC(SU) не должна превышать ±1 мс. Погрешность привязки шкалы системного времени ГЛОНАСС к шкале UTC(SU) не должна превышать ±1 мкс [2].

1.1.4. Допустимое расхождение временного положения меток ШВ, излучаемых в составе телевизионных сигналов, относительно UTC (SU) не должно превышать ±0,5 мкс для ЭСЧВ, излучаемых антенной радиотелевизионной передающей станции в г. Москве.

1.1.5. Допустимое расхождение временного положения сигналов проверки времени, при передаче их через сеть звукового вещания, относительно UTC (SU) не должно превышать 0,3 с для Европейской части страны и 0,5 с для других районов страны.

1.2. Погрешность излучаемых сигналов по частоте.

1.2.1. Относительная погрешность по частоте ЭСЧВ, излучаемых радиостанциями, при интервале времени измерения 1 сутки не должна превышать:

- $2 \cdot 10^{-12}$ - для радиостанций РБУ и РТЗ;
- $5 \cdot 10^{-12}$ - для радиостанций РАБ-99, РЙХ-63, РЙХ-69, РЙХ-77, РЙХ-86, РЙХ-90, РНС-Е (А), РНС-Е (Д), РНС-В (А).
- $1 \cdot 10^{-11}$ - для радиостанции РВМ.

1.2.2. Вариации временного положения характерных точек несущих гармонических колебаний эталонных сигналов, излучаемых радиостанциями РБУ и РТЗ относительно UTC(SU), не должны превышать 0,5 мкс. Характерными точками являются точки перехода несущих колебаний через "ноль".

1.2.3. Относительная погрешность по частоте эталонных сигналов 1 МГц, передаваемых в составе телевизионных сигналов в г. Москве, при интервале времени измерения 1 сутки не должна превышать $2 \cdot 10^{-12}$.

1.3. Форма эталонных сигналов частоты и времени.

1.3.1. Радиостанции РБУ и РТЗ для передачи размеров единиц времени и частоты используют сигналы типа DXXXW (см. приложение 1).

Сигналы DXXXW (рис. 1) представляют собой несущие колебания синусоидальной формы с частотой $f_н$, прерываемые в течение каждых 100 мс на время 5 мс; через 10 мс после прерывания несущие колебания в течение 80 мс подвергаются узкополосной фазовой модуляции синусоидальными сигналами с поднесущими частотами 100 или 312,5 Гц и индексом модуляции 0,698. Сигналы с поднесущей частотой 312,5 Гц используются для маркирования единиц в двоичном коде при передаче информации о шкалах времени, а также для маркирования секундных и минутных меток. Сигналы с частотой 100 Гц используются для маркирования нулей в двоичном коде при передаче информации о шкалах времени, а также для заполнения всех остальных 80 мс интервалов, свободных от передачи какой-либо информации. Секундные метки идентифицируются маркированием предшествующих им 0,1 с интервалов сигналами 312,5 Гц. Минутные метки идентифицируются дополнительным маркированием сигналами

312,5 Гц двух 0,1 с интервалов, предшествующих секундному маркеру.

В излучаемых сигналах характерной точкой является середина возрастающего фронта радиосигнала (0,5 амплитуды).

Формат временного кода, предназначенного для передачи информации о шкалах времени, приведен в приложении 2.

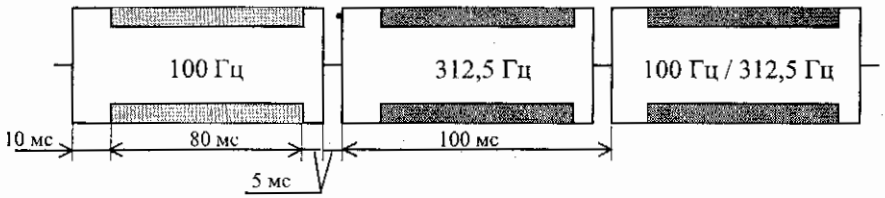


Рис. 1. Фрагмент сигналов типа DXXXW.

1.3.2. Радиостанция РВМ для передачи размеров единиц времени и частоты использует сигналы типа NON, а для передачи шкал времени - сигналы A1X и A1N.

Для передачи временных меток используют сигналы с частотами повторения 1 и 10 Гц.

Длительность сигналов A1X с частотой повторения 1 Гц (секундных сигналов) составляет 100 мс. Сигналы, приходящиеся на начало каждой минуты, удлиняются до 500 мс.

Длительность сигналов A1N с частотой повторения 10 Гц составляет 20 мс. Сигналы, приходящиеся на начало каждой секунды, удлиняются до 40 мс, а на начало каждой минуты до 500 мс.

Характерной точкой сигналов A1X и A1N является начало фронта радиосигнала.

1.3.3. Сигналы частоты и времени ОНЧ радиостанций РАБ-99, РЙХ-63, РЙХ-69, РЙХ-77, РЙХ-86, РЙХ-90, формируются в виде двух программ ("низкочастотной" и "высокочастотной"), передаваемых последовательно в течение сеанса. "Низкочастотная" программа включает в себя передачу сигналов A1N с несущей частотой 25 кГц, длительностью τ и частотой манипуляции F, значения которых составляют:

F	Гц.....	40	10	1	1/10	1/60
τ	с	0,0125	0,025	0,1	1	10

Характерной точкой является начало фронта радиоимпульса.

"Высокочастотная" программа включает передачу сигналов типа NON с несущими частотами 25,0; 25,1; 25,5; 23,0; 20,5 кГц, у которых несущие колебания по фазе согласованы с временными метками передаваемой шкалы.

Радиостанция РЙХ-63 в сеансе дополнительно передает сигналы типа F1 (20,50 ± 0,05) кГц в течение 4 минут.

1.3.4. Сигналы частоты и времени, передаваемые через НЧ радионавигационные станции (РНС), представляют собой группы радиоимпульсов с несущей частотой 100 кГц. Каждая группа состоит из 8 импульсов следующих с периодом 1 мс. Период повторения групп импульсов радионавигационного пакета РНС-Е составляет 80 мс. С секундными метками передаваемой шкалы времени совмещена характерная точка фронтов восьмых импульсов, которая расположена на уровне 0,6 максимального значения сигнала. Сигналы РНС-Е (А) маркируют передачей в каждой группе дополнительного (девятого) импульса. Каждую группу импульсов РНС-Е, совпадающую с секундной меткой UTC (SU), маркируют передачей дополнительного импульса. При совпадении с минутной меткой дополнительно маркируют следующие десять групп импульсов. Кроме того, через 12 с после совпадения с пятиминутной меткой, маркируют следующие одиннадцать групп импульсов.

Навигационные сигналы радиостанций РНС-В (А) передаются на рекурентных частотах следования. При этом эталонные сигналы времени передаются независимо от радионавигационных сигналов в виде одиночных импульсов с периодом повторения 80 мс в моменты, не совпадающие с навигационными группами импульсов. Маркирование секундных, минутных и пятиминутных меток производится так же, как и в предыдущих случаях, с той лишь разницей, что маркирующие импульсы передаются не после навигационных групп импульсов, а после одиночных импульсов.

1.3.5. Спутники системы ГЛОНАСС излучают навигационные сигналы, обеспечивающие совместную с навигационной информа-

цией передачу размеров единиц времени, частоты и шкалы времени [2].

1.3.6. Через систему телевизионного вещания ведутся передачи эталонных сигналов, обеспечивающих совместную передачу размеров единиц частоты и времени, меток шкалы и информации о текущих значениях времени (ТЗВ). ЭСЧВ, передаваемые по наземным и спутниковым (Орбита - 2,3) каналам телевидения, содержат эталонные сигналы частоты (ЭСЧ), эталонные сигналы времени (ЭСВ) и кодовые сигналы текущих значений времени. Эти сигналы передаются в шестой строке каждого нечетного поля.

Форма сигналов и их расположение в интервале шестой строки показаны на рис. 2. Размах вводимых сигналов составляет 0,35±0,05 от размаха полного видеосигнала. Шестая строка разделена на три интервала, и в каждом интервале передается свой вид сигналов.

Для передачи ЭСЧ используется I интервал длительностью 15 мкс. ЭСЧ передаются в виде пакетов, состоящих из 15 периодов колебаний с частотой 1 МГц, которые в пакете всегда начинаются с положительной полуволны.

Для передачи ЭСВ предназначен II интервал длительностью 12 мкс. Информацию о шкале времени несет характерная точка, соответствующая середине возрастающего фронта ЭСВ. Частота повторения ЭСВ - 1 Гц, длительность возрастающего фронта ~0,20 мкс.

Для передачи кодированной информации о текущих значениях времени предназначен III интервал длительностью 15 мкс. Описание формата кода дано в приложении 4.

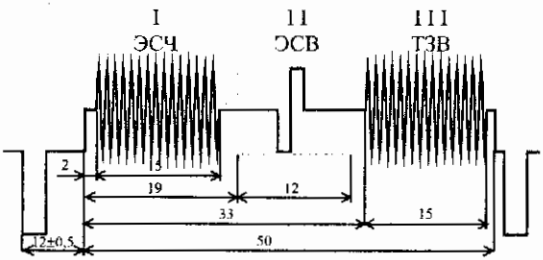


Рис. 2. Форма сигналов и их расположение в интервале шестой строки.

Характерная точка ЭСВ совмещена с метками шкалы UTC (SU) с погрешностью не более 0,5 мкс, а срез первого синхронизирующего импульса нечетного поля ТВ-сигналов, излучаемых по I каналу ОРТ антенной радиотелевизионной передающей станции в г. Москве, опережает метки шкалы UTC (SU) на (327,5 ± 5,0) мкс. ЭСВ попадают во второй интервал шестой строки в течение 50-70% от всего времени передачи программы, когда временное положение середины II интервала смещено относительно характерной точки ЭСВ не более, чем на ± 5 мкс.

1.3.7. Через сеть звукового вещания ведутся передачи СПВ повышенной информативности, которые содержат в себе информацию о значении часа суток. СПВ предназначены для проверки показаний и автоматической синхронизации часов технического и бытового назначения и представляют собой группу из шести прямоугольных радиоимпульсов с частотой заполнения 1000 Гц. Первые пять импульсов имеют длительность 100 мс каждый. Длительность шестого импульса изменяется в зависимости от значения часа суток московского времени от 100 мс до 560 мс через 20 мс, в соответствии с выражением $\tau = (100+20h)$ мс, где h - целочисленное значение часа. Начало шестого импульса соответствует началу часа - $00^{m}00^{s}$.

1.4. Информация, передаваемая в составе эталонных сигналов частоты и времени.

1.4.1. Ряд радиостанций ГСВЧ (см. п. 3) передает в составе эталонных сигналов времени информацию о разности шкал всемирного и координированного времени UT1-UTC = DUT1+dUT1. При этом значения DUT1 передаются по данным Международного бюро мер и весов (МБМВ), а значения dUT1 - по данным ГСВЧ.

Информация DUT1+dUT1 через радиостанцию РВМ передается при помощи позиционно-единичного кода (см. приложение 3).

1.4.2. Радиостанции РБУ и РТЗ передают в составе ЭСЧВ сигналы типа DXXXW и информацию о разности шкал всемирного и координированного времени, информацию о текущих значениях времени суток, поправке на всемирное время, значении года столетия, дня недели, месяца, дня месяца, укороченной юлианской даты при помощи двоично-десятичного кода с проверкой на четность [3] (см. приложение 2).

1.4.3. Космическая навигационная система ГЛОНАСС в составе навигационного сообщения с каждого спутника передает прогнозы временных поправок относительно шкалы времени Государственного эталона времени и частоты РФ, а так же информацию о состоянии всех спутников системы.

1.4.4. В составе эталонных сигналов частоты и времени, передаваемых по наземным и спутниковым каналам телевидения, содержится информация о кодовых сигналах текущих значений времени, описание структуры которых дано в приложении 4.

1.5. Вероятность обеспечения системой передачи ЭСЧВ точностных характеристик, указанных в разделах 1.1, 1.2 для радиостанций РБУ, РТЗ и РВМ, а также для телевидения и сигналов проверки времени, не менее 0,97.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГРАММЫ ПЕРЕДАЧ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ.

Таблица 1

Название станции	Местоположение, координаты	Несущая частота кГц	Излучаемая мощность кВт	Число одновременных передач	Обозначение часовой программы	Время передачи (московское)		Продолжительность работы		Примечание
						Начало	Конец	Дней в неделю	Часов в сутки	
РБУ (RBU)	Москва 55° 44'с.ш. 38° 12'в.д.	66(6)	10	1	1.0	00h00m	24h00m	7	24	Кроме третьего вторника каждого месяца, 08h00m – 16h00m (В июне –первое воскресенье 08h00m – 16h00m)
РТЗ (RTZ)	Иркутск 52° 26'с.ш. 103° 41'в.д.	50	10	1	1.0	00h00m 23h00m	22h00m 24h00m	7	23	Кроме первого и третьего четверга каждого месяца 03 h00m – 11h00m
РВМ (RWM)	Москва 55° 44'с.ш. 38° 12'в.д.	4 996 9 996 14 996	5 5 5	3	2.0	00h00m	24h00m	7	24	Работает одновременно на трех частотах, кроме первой среды первого месяца квартала для 4 996 кГц, второй среды первого месяца квартала для 9 996кГц, третьей среды каждого нечетного месяца для 14 996 кГц 08h00m – 16h00m
РАБ-99 (RAB-99)	Хабаровск 48° 30'с.ш. 134° 50'в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.1	05h06m 09h06m	05h40m 09h40m	7	2	Кроме 10,20 и 30-го дня каждого месяца. На период действия "летнего времени" время передачи сигналов не изменяется.
РЙХ-63 (RJH-63)	Краснодар 44° 46'с.ш. 39° 34'в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.1	14h06m	14h40m	7	10	Кроме 3, 13 и 23-го дня каждого месяца.

Продолжение таблицы 1.

Название станции	Местоположение, координаты	Несущая частота кГц	Излучаемая мощность кВт	Число одновременных передач	Обозначение часовой программы	Время передачи (московское)		Продолжительность работы		Примечание
						Начало	Конец	Дней в неделю	Часов в сутки	
РЙХ-69 (RJH-69)	Молодечно 54° 28′ с.ш. 26° 47′ в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.0	10h06m	10h47m	7	1,4	Кроме 2, 12 и 22-го дня каждого месяца.
РЙХ-77 (RJH-77)	Архангельск 64° 22′ с.ш. 41° 35′ в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.0	12h06m	12h47m	7	1,4	Кроме 4, 14 и 24-го числа каждого месяца.
РЙХ-86 (RJH-86)	Бишкек 43° 03′с.ш. 73° 37′в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.0	07h06m 13h06m	07h47m 13h47m	7	1,4	Кроме 6, 16 и 26-го числа каждого месяца.
РЙХ-90 (RJH-90)	Нижний Новгород 56° 11′ с.ш. 43° 57′ в.д.	25,0 25,1 25,5 23,0 20,5	300	1	4.0	08h06m	08h47m	7	1,4	Кроме 8, 18 и 28-го дня каждого месяца.
РНС-Е(А)	Брянск 53° 08′ с.ш. 34° 55′ в.д.	100	800	1	5.0	07h00m 17h00m	13h00m 21h00m	7	10	Кроме 24,25 и 26-го дня каждого месяца.
РНС-Е(Д)	Сызрань 53° 18′ с.ш. 48° 07′ в.д.	100	800	1	5.0	07h00m 17h00m	13h00m 21h00m	7	10	Кроме 10 и 11-го дня каждого месяца.
РНС-В(А)	Александровск-Сахалинский 51° 05′с.ш. 142° 43′в.д.	100	400	1	6.0	02h00m 14h00m	08h00m 20h00m	7	10	Кроме 24,25 и 26-го дня каждого месяца.

Продолжение таблицы 1.

Название станции	Местоположение, координаты	Несущая частота	Излучаемая мощность кВт	Число одновременных передач	Обозначение часовой программы	Время передачи (московское)		Продолжительность работы		Примечание
						Начало	Конец	Дней в неделю	Часов в сутки	
ГЛОНАСС	24 спутника на 3-х круговых орбитах h=19100км при полной группировке	L1 – 1,6 ГГц L2 – 1,2 ГГц	—	—	—	00h00m	24h00m	7	24	Подробно см. [2].
Сеть звукового вещания (Программы Маяк» и Радио России»*)	Москва, Телевизионный технический центр	—	—	—	—	Время вещания программ «Маяк» и «Радио России»		—	—	Сигналы проверки времени передаются в конце каждого часа**
1 канал ОРТ	Москва, Телевизионный технический центр	—	—	—	—	Время вещания телевизионных программ 1 канала ОРТ и по программам Орбита2,3,4 в соответствии с расписанием передач этих программ.		—	—	ЭСЧ и код ТЗВ передаются непрерывно в составе ТВ сигналов.

* По другим вещательным программам в зависимости от характера передач СПВ могут не передаваться или передаваться на фоне вещательной программы.

** В отдельных случаях возможно исключение СПВ.

3. ЧАСОВЫЕ ПРОГРАММЫ РАБОТЫ РАДИОСТАНЦИЙ.

Таблица 2

Время передачи сигналов		Вид сигналов
Начало	Конец	
Программа 1.0 (РБУ, РТЗ)		
00^m00^s	60^m00^s	Сигналы DXXXW
Программа 2.0 (РВМ)		
00^m00^s	07^m55^s	Сигналы NON
30 00	37 55	-" -
08 00	09 00	Передатчик выключен
38 00	39 00	-" -
09 00	10 00	Сигналы опознавания радиостанции*
39 00	40 00	-" -
10 00	19 55	СигналыA1X, содержащие секундные, минутные
40 00	49 55	метки и информацию DUT1+dUT*
20 00	29 55	Сигналы A1N с частотой повторения 10 Гц*
50 00	59 55	-" -
* Сигналы времени 56, 57, 58, 59-й секунд, следующие после 9, 14, 19, 24, 29, 39, 44, 49, 54 и 59-й минуты, пропускаются.		
Программа 4.0 (РЙХ-69, РЙХ-77, РЙХ-86, РЙХ-90)		
06^m00^s	07^m00^s	Сигналы опознавания радиостанции } Несущая частота 25 Кгц
07 00	10 00	Сигналы NON } Несущая частота 25 Кгц
10 00	13 00	Сигналы A1N. Манипуляция 40 Гц. } Несущая частота 25 Кгц
13 00	22 00	Сигналы A1N. Импульсы с частотами следования 10; 1; 1/10 и 1/60 Гц } Несущая частота 25 Кгц
22 00	25 00	Сигналы A1N. Манипуляция 40 Гц.
25 00	27 00	Передатчик выключен
27 00	30 00	Сигналы NON с несущей частотой 25,1 кГц
30 00	32 00	Передатчик выключен
29 00	35 00	Сигналы NON с несущей частотой 25,5 кГц
35 00	38 00	Передатчик выключен
38 00	41 00	Сигналы NON с несущей частотой 23,0 кГц
41 00	44 00	Передатчик выключен
44 00	47 00	Сигналы NON с несущей частотой 20,5 кГц

Программа 4.1 (РАБ-99, РЙХ-63)		
06^m00^s	07^m00^s	Сигналы опознавания радиостанции
07 00	09 00	Сигналы NON с несущей частотой 25,0 кГц
09 00	11 00	Сигналы A1N. Манипуляция 40 Гц.
11 00	20 00	Сигналы A1N. Импульсы с частотами следования 10; 1; 1/10; 1/60 Гц на несущей 25 кГц.
20 00	21 00	Передатчик выключен
21 00	23 00	Сигналы NON с несущей частотой 25,1 кГц
23 00	24 00	Передатчик выключен.
24 00	26 00	Сигналы NON с несущей частотой 25,5 кГц
26 00	29 00	Передатчик выключен.
26 00	31 00	Сигналы NON с несущей частотой 23,0 кГц
31 00	34 00	Передатчик выключен.
34 00	36 00	Сигналы NON с несущей частотой 20,5 кГц
36 00	40 00	Сигналы типа F1. Частотная манипуляция (20,50 ± 0,05) кГц
Программа 5.0 (РНС-Е(А), РНС-Е(Д))		
00^m00^s	60^m00^s	Группа радиоимпульсов A1N
Программа 6.0 (РНС-В(А))		
00^m00^s	60^m00^s	Радиоимпульсы A1N с периодом повторения 80 мс

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИЁМУ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ.

4.1. Ниже приведены географические зоны РФ и радиостанции, прием сигналов которых в указанных зонах оптимален:

20° - 60° в. д. 40° - 70° с. ш.	РБУ, РВМ, РЙХ-90, РЙХ-77, РЙХ-69, РЙХ-86, РНС-Е (А), РНС-Е (Д)
60° - 80° в. д. 35° - 70° с. ш.	РВМ, РАБ-99, РЙХ-77, РЙХ-90, РЙХ-69, РЙХ-86
80° -120° в. д. 45° - 75° с. ш.	РТЗ, РВМ, РАБ-99, РЙХ-77, РЙХ-69, РЙХ-86, РЙХ-90
120° -150° в. д. 40° - 70° с. ш.	РВМ, РАБ-99,РЙХ-86,РЙХ-90, РНС-Е (А)
150° -180° в. д. 50° - 70° с. ш.	РВМ, РАБ-99, РЙХ-86, РНС-В (А)

4.2. ЭСЧВ, передаваемые по каналам телевидения, можно принимать в следующих географических зонах страны:

Европейская зона	- I канал ОРТ (по наземным каналам ТВ)
Центральная Сибирь Восточная Сибирь	- программа Орбита-3 (Дубль-3 1канал ОРТ)
Дальний Восток	- программа Орбита-2 (Дубль-2 1канал ОРТ)

Примечание: Погрешности передачи ЭСЧВ, указанные в п. п. 1.1.4, 1.2.3 соответствуют сигналам, излучаемым антенной ТВ передатчика I канала ОРТ в г. Москве. При передаче ЭСЧВ в составе ТВ сигналов по наземным и спутниковым каналам возникают погрешности, обусловленные особенностями распространения сигналов в этих каналах.

Пункты метрологического контроля ГСВЧ (в г. Иркутске, Новосибирске, Хабаровске, Менделеево Московской обл.) ежедневно в установленные сеансы ведут контроль метрологических характеристик ЭСЧВ, передаваемых в составе сигналов I канала ОРТ по наземным и спутниковым каналам. Рекомендации по приему ЭСЧВ, информацию о погрешностях, обусловленных используемым каналом, методах и средствах уменьшения погрешностей с использованием результатов метрологического контроля можно получить в ИМВП ФГУП "ВНИИФТРИ".

4.3. Зона действия сигналов, излучаемых навигационной космической системой ГЛОНАСС - глобальная. Методики приема ЭСЧВ приведены в соответствующих разделах описаний аппаратуры пользователей системы.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ

В соответствии с новым Регламентом радиосвязи, разработанным Всемирной Административной конференцией (ВАКР-Р-79) [4], излучаемым сигналам даны следующие обозначения:

NON - немодулированные несущие колебания;

A1 - излучение с амплитудной модуляцией несущих колебаний квантованными сигналами без применения модулирующих поднесущих колебаний;

A2 - излучение с амплитудной модуляцией несущих колебаний квантованными сигналами с применением поднесущих колебаний.

A1N (A2N) - излучение типа A1 (A2), не содержащее информации изменяющегося характера;

A1X (A2X) - излучение типа A1 (A2), содержащее информацию нестандартного вида;

A3E - излучение с амплитудной модуляцией несущих колебаний аналоговыми сигналами радиовещательной программы;

D1X - излучение, при котором несущие колебания модулируются в определенной последовательности по амплитуде и по фазе квантованными сигналами без применения поднесущих колебаний и содержащее информацию нестандартного вида;

DXXXW - излучение при котором несущие колебания модулируются в определенной последовательности по амплитуде и по фазе сложным сигналом путем комбинации частотного и временного уплотнения и содержащее информацию нестандартного вида.

F1 - излучение с частотной модуляцией несущих колебаний квантованными сигналами без применения модулирующих поднесущих колебаний.

КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ В СОСТАВЕ СИГНАЛОВ DXXXW.

Временной код, передаваемый в составе ЭСЧВ построен на базе двух типов кодов:

позиционно-единичного для передачи значений разности шкал времени UT1 - UTC;

двоично-десятичного с проверкой на четность для передачи остальной информации (см. п. 1.4.)

Элементы кода передаются с циклом в 1 с при помощи модуляции несущих колебаний в первом и втором 0,1 с интервалах, отсчитываемых от секундной метки (см. рис. 1).

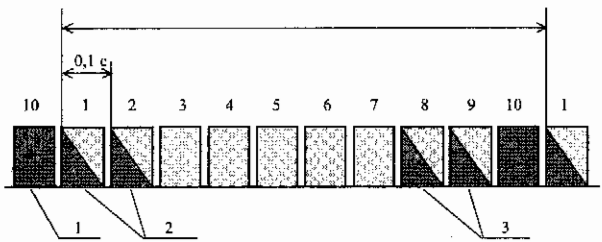


Рис.1. Информационная структура сигнала:
1 - секундный маркер; 2 - информационные сигналы;
3 - минутный маркер

Полный формат кода содержит 120 элементов (60 элементов в первом 0,1-секундном интервале и 60 элементов во втором 0,1-секундном интервале) и передается с циклом в 1 мин. Начало минутного цикла (минутная метка) идентифицируется дополнительным маркированием восьмого и девятого 0,1-секундных интервалов.

Формат временного кода и содержание передаваемой информации представлены графически на рис. 2.

Информация о текущих значениях времени суток представлена в часах (h) и минутах (m), передаваемых в шкале московского или местного регламентированного времени с поправкой DUT относительно всемирного времени.

Информация о календарных датах включает: значение года столетия (Y), значение месяца текущего года (M), значение дня месяца (d_m) и значение дня недели (d_w).

Информация о юлианской дате включает укороченную юлианскую дату (TJD), представляющую собой четыре младших разряда числового значения модифицированной юлианской даты (MJD).

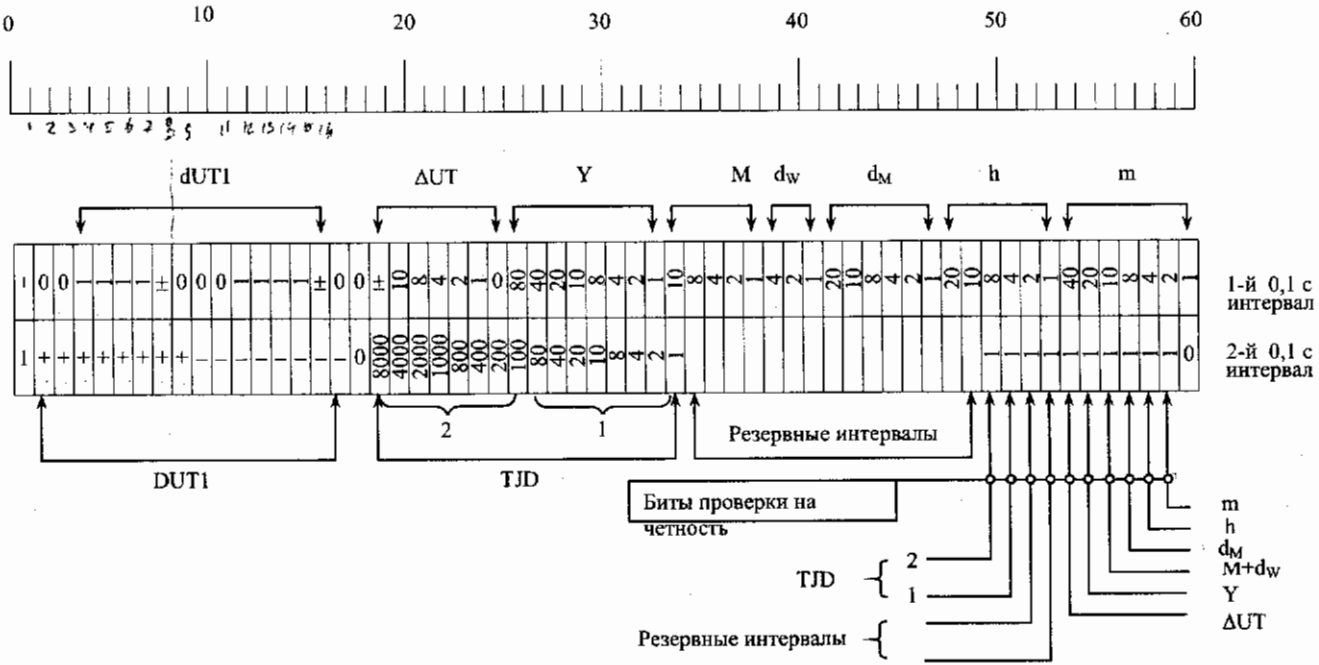


Рис.2. Формат временного кода.

КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О РАЗНОСТИ ШКАЛ UT1-UTC

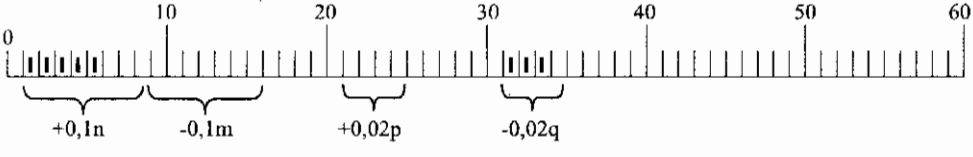
В соответствии с рекомендациями Международного консультативного комитета по радио (МККР) числовое значение разности UT1 - UTC обозначается DUT1 и округленное до 0,1 с при помощи стандартного позиционно- единичного кода МККР передается через радиостанции. Радиостанции ГСВЧ кроме информации DUT1, передают дополнительную информацию dUT1, уточняющую значения разности UT1 - UTC до 0,02 с.

Информация DUT1 + dUT1 передается после каждого минутного сигнала времени путем маркирования дополнительными импульсами соответствующих секундных сигналов.

Положительное значение DUT1 передается маркированием n секундных сигналов в интервале от 1 до 8-й секунды, так что DUT1= +0,1 n секунд. Отрицательное значение DUT1 передается маркированием m секундных сигналов в интервале от 9 до 16-й секунды, так что DUT1 = -0,1 m секунд. Отсутствие маркированных сигналов в интервале между минутным сигналом и 16-й секундой означает, что DUT1 = 0,0 с.

Положительное значение dUT1 передается маркированием p секундных сигналов в интервале от 21 до 24-й секунды, так что dUT1= +0,02 p секунд. Отрицательное значение - маркированием q секундных сигналов в интервале от 31 до 34-й секунды, так что dUT1 = -0,02 q секунд.

Пример кодирования информации DUT1 + dUT1 приведен на рисунке.

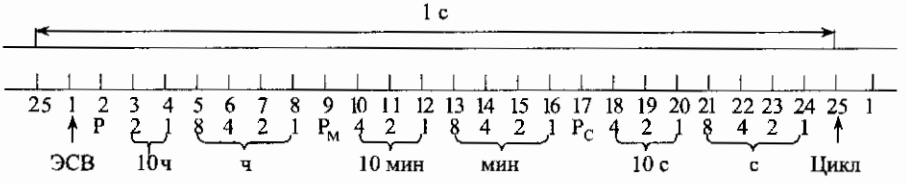


Пример кодирования DUT1+dUT1:
n=5; q=3; DUT1+dUT1 = 5 · 0,1 с – 3 · 0,02 с = +0,44 с.

КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПО НАЗЕМНЫМ И СПУТНИКОВЫМ КАНАЛАМ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Эталонные сигналы частоты и времени, передаваемые по каналам телевидения, содержат информацию о текущих значениях времени (ТЗВ).

Информация о ТЗВ передается с помощью двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в III интервале шестой строки в течение 24 кадров (полный цикл - 25 кадров за 1 с) при помощи радиоимпульсов различной частоты. Частота сигнала, соответствующего логической "единице" равна 1,6(6) МГц; логическому "нулю" соответствует частота 2,5 МГц, а в качестве маркера сигнала конца цикла используется радиоимпульс частотой 1 МГц в 25 кадре. Для помехоустойчивости в код ТЗВ введены проверочные разряды на четность $P_с$,$P_{мин}$,$P_ч$. Логическая сумма состояний проверочного разряда и соответствующих разрядов всегда равна нулю. Код ТЗВ передается с периодом 1 с, начиная со второго кадра после передачи ЭСВ. ЭСЧ и ТЗВ передаются непрерывно в течение всего времени передачи указанных выше программ телевидения. На рисунке показан формат кода ТЗВ (расположение кодовых, проверочных и циклового разрядов) на интервале в 1 цикл (1 с).



Формат кода ТЗВ (положение кодовых, проверочных и циклового разрядов).

ПОГРЕШНОСТИ ПРИВЯЗКИ ШКАЛ ВРЕМЕНИ И СРАВНЕНИЯ ЧАСТОТ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ОСОБЕННОСТЯМИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ВЧ, НЧ, И ОНЧ ДИАПАЗОНОВ.

Конечная скорость распространения радиоволн обусловливает задержку сигналов, которую необходимо учитывать при синхронизации часов. Флуктуации скорости и изменения траектории распространения сигналов приводят к погрешности передачи размеров единиц времени и частоты.

Методы определения задержки сигналов в тракте распространения радиоволн и оценка погрешности сличения частот определяются особенностями распространения радиоволн в различных диапазонах.

1. Радиоволны ВЧ диапазона (3-30 МГц) распространяются в основном при помощи отражения от ионизированных слоев F_1 и F_2, которые расположены на высотах 160-400 км. Сезонные, суточные и случайные изменения концентрации электронов приводят к значительным флуктуациям высоты отражения радиосигналов. Такой механизм распространения радиоволн ограничивает точность синхронизации мер времени погрешностью до 0,3-2 мс и сравнения частот - погрешностью $(1\text{-}10)\cdot 10^{-8}$.

Задержка радиосигналов ВЧ диапазона может быть определена (в мс) с помощью эмпирической формулы:

$$t_p=0{,}9+3{,}25\ L/1000,$$

где L - расстояние между передатчиком и приемником, вычисленное по дуге большого круга Земли (км), $L=Z\cdot 1{,}852$, здесь Z - центральный угол в угловых минутах, соответствующий дуге большого круга между пунктами;

$$\cos Z = \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos\Delta\lambda;$$

φ_1, φ_2 - широты пунктов передачи и приема (с точностью до угловой минуты); $\Delta\lambda$ - разность долгот (с точностью до угловой минуты).

Для расстояний 500-5000 км погрешность определения не превышает 1 - 2 мс. При использовании месячных прогнозов распространения радиоволн эта погрешность может быть уменьшена до 0,3-0,5 мс [5].

2. Радиоволны НЧ-диапазона (30 - 300 кГц) могут распространяться как вдоль поверхности Земли (земная волна), так и отражаясь от слоев D и E ионосферы (пространственная волна). Нижние слои ионосферы D и E (70 - 100 км) характеризуются большой стабильностью, что определяет постоянство времени распространения волны и высокую точность сличения мер времени (с погрешностью до единиц микросекунд) и сравнения частот (с погрешностью до $5 \cdot 10^{-12}$ за сутки).

Задержка радиосигналов при распространении поверхностной волной может быть определена из соотношения:

$$\tau_p = L'/v,$$

где v = 299 693 км/с - скорость распространения сигналов с учетом атмосферной рефракции; L'- расстояние между передающим и приемным пунктами, определенное по геодезическим координатам на референц-эллипсоиде Красовского.

Погрешность определения времени распространения τ_p в этом случае не превышает единиц микросекунд. При определении L по дуге большого круга погрешность увеличивается на 4-5 мкс. Задержка радиосигналов при распространении пространственной волной может быть определена методами геометрической оптики при выборе высоты отражения 70 км днем и 90 км ночью. Скорость распространения принимают равной скорости света в свободном пространстве c=299792,5 км/с. Погрешность определения τ_p в этом случае составляет 10-30 мкс.

Погрешность синхронизируемых по радиоканалам мер частоты определяется погрешностью сравнения по эталонным сигналам, которая зависит от условий распространения радиоволн, и нестабильностью мер частоты.

3. Радиоволны ОНЧ диапазона (3-30 кГц) распространяются в волноводе, образованном поверхностью Земли и нижней границей ионосферы. Они характеризуются высокой стабильностью скорости распространения, особенно в период равноосвещенности трассы и могут быть использованы для сравнения частоты с погрешностью $(2\text{-}3)\cdot 10^{-11}$ за сутки.

Сигналы времени в ОНЧ диапазоне имеют большую длительность фронта, что ограничивает точность привязки шкал времени погрешностью 100-200 мкс. При использовании метода разнесенных частот возможно осуществлять последовательный переход от импульсных сигналов к фазе несущих колебаний без потери однозначности. При этом погрешность привязки шкал времени уменьшается до нескольких микросекунд [5].

ПРИЛОЖЕНИЕ 6.

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРОГРАММЫ ПЕРЕДАЧ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ НЕКОТОРЫМИ ЗАРУБЕЖНЫМИ РАДИОСТАНЦИЯМИ

(по состоянию на 2003 г.) [6]

Таблица 1

Название станции	Местоположение, широта, долгота	Мощность излучения кВт	Несущая частота кГц	Время передачи UT	Форма сигнала и способ передачи информации о шкалах времени	Погрешность сигнала по частоте в единицах десятого знака
BPM	Pucheng China 35°00′ N 109°31′ E	-	2500 5000 10000 15000	07h30m-01h00m Непрерывно Непрерывно 01h00m-09h00m	Излучаемые сигналы времени на 20 мс опережают UTC. Секундные сигналы – 10 мс, минутные сигналы – 300 мс, модуляции 1 кГц	0,01
BSF	Chung-Li Taiwan Rep. of China 24°57′ N 121°09′ E	2	5000 15000	Непрерывно, за исключением перерыва между 35 и 40 минутами	В 5-10, 15-20, 25-30, 45-50 и 55-60 минуты - секундные сигналы длительностью 5 мс без модуляции 1 кГц. В 0-5, 10-15, … 50-55 минуты - секундные сигналы длительностью 5 мс модуляции 1 кГц. Модуляция 1 кГц прерывается за 40 мс до сигнала и 40 мс после него. Минутные сигналы удлиняются до 300 мс. DUT1: ITU-R кодом путем удлинения сигналов.	0,1
DCF-77	Mainflingen Germany 50°01′ N 09°00′ E	20	77,5	Непрерывно	В начале каждой секунды (за исключением 50-й) передаются секундные метки длительностью 0,1 с или 0,2 с путем уменьшения амплитуды несущих колебаний на 25 %. Кодированная передача значений года, месяца, дня, часа, минуты и дня недели двоично-десятичным кодом. DUT1 не передается.	0,002
EBC	San Fernando Spain 36°28′ N 06°12′ W	1	12 008 6 840	10h00mto10h25m 10h30m to10h55m, за исключением субботы, воскресенья и национальных праздников	Секундные сигналы - длительностью 0,1с модуляции 1 кГц. Минутные сигналы - длительностью 0,5с модуляции 1 250 Гц. DUT1:ITU-R кодом путём сдваивания сигналов	0,1
HBG	Prangins Switzerland 46°24′ N 06°15′ E	20	75	Непрерывно	Прерывание несущей в начале каждой секунды на 100 мс. Минутные метки маркируются двойным сигналом, часовые метки – тройным сигналом. Временной код и другая кодированная информация	0,1
HLA	Taedok Science Town 36°23′ N 127°22′ E	2	5 000	Непрерывно	Секундные сигналы - 9 периодов модуляции 1 800 Гц. Сигналы 29-й и 59-й секунд - пропускаются DUT1: ITU-R кодом путем сдваивания сигналов.	0,02

Название станции	Местоположение, широта, долгота	Мощность излучения кВт	Несущая частота кГц	Время передачи UT	Форма сигнала и способ передачи информации о шкалах времени	Погрешность сигнала по частоте в единицах десятого знака
JJY	Miyakoji Fukushima Japan 37°22′ N 140°51′ E	-	40	Непрерывно	Сигналы типа A1B, секундные сигналы длительностью 0,2 с, 0,5 с и 0,8 с, передаются путем уменьшения амплитуды несущей. Передача информации о времени UTC(CRL) + 9 h.	0,01
JJY	Fuji Saga Japan 33°28′ N 130°11′ E	-	60	Непрерывно	Сигналы типа A1B, секундные сигналы длительностью 0,2 с, 0,5 с и 0,8 с, передаются путем уменьшения амплитуды несущей. Передача информации о времени UTC(CRL) + 9 h.	0,01
LOL	Buenos Aires Argentina 34°37′ S 58°21′ W	2	5 000 10 000 15 000	11h00m to12h00m 14h00m to15h00m 17h00m to 18h00m 20h00m to21h00m 23h00m to24h00m	Секундные сигналы - 5 периодов модуляции 1000 Гц, сигнал 59-й секунды пропускается. Объявления о часах и минутах каждые 5 минут, за которыми следуют 3 минуты модуляции 1000 Гц или 440 Гц. DUT1: ITU-R кодом путем удлинения сигналов.	0,1
MSF	Rugby United Kingdom 52°22′ N 01°11′ W	25	60	Непрерывно, за исключением времени профилактики с 10h00m до 14h00m в первый вторник января, апреля, июля и октября. Ежегодное извещение о продлении профилактики "летнее время".	Прерывание несущей на 100 мс для секундных меток, на 500 мс для минутных меток. Характерная точка в начале прерывания. Двоично-десятичный временной код 100 бит/с (месяц, день, час, минута) в течение минутных прерываний. Двоично-десятичный код 1 бит/с (год, месяц, день месяца, день недели, час, минута) от 17-й до 59-й секунды каждую минуту. DUT1: кодом ITU-R путем сдваивания сигналов.	0,02
VNG	Liandilo New South Wales Australia 33°43′ S 150°48′ E	1 10	2 500 5 000 8 638 12 984 16 000	Непрерывно Непрерывно Непрерывно Непрерывно 22h00m to 10h00m	Секундные сигналы - модуляция 1 кГц длительностью 50 мс, секундные сигналы с55-й по 58-ю с - модуляция 1 кГц длительность 5 мс. Секундный сигнал 59-й с - пропускается. Секундный сигнал 59-й с - пропускается. Минутные сигналы - модуляция 1 кГц длительностью 0,5 с. В 5-ю, 10-ю, 15-ю.... минуты - секундные сигналы с 50-й по 58-ю с модуляции 1 кГц длительностью 5 мс. Информация о значении дня года, часа и минуты -передается двоично-десятичным кодом с 20-й по 46-ю с. DUT1: кодом ITU-R путем сдваивания сигналов.	0,1

Название станции	Местоположение, широта, долгота	Мощность излучения кВт	Несущая частота кГц	Время передачи UT	Форма сигнала и способ передачи информации о шкалах времени	Погрешность сигнала по частоте в единицах десятого знака
WWVB	Fort-Collins CO, USA 40°40′ N 105°03′ W	13	60	Непрерывно	Секундные сигналы передаются путем уменьшения амплитуды несущей. Кодированная информация о дате, времени суток, поправке DUT1, переводе на час вперед в летнее время и о високосном годе, дополнительной секунде.	⁻0,01
WWVH	Kauai HI, USA 21°59′ N 159°46′ W	5 10 10 10	2500 5000 10000 15000	Непрерывно	Секундные сигналы: 6 периодов модуляции 1200 Гц. Сигналы 29 и 58 секунд пропускаются. Час маркируется сигналом 1500 Гц длительностью 0,8 с. DUT1: кодом ITU-R путем сдваивания сигналов. Двоично-десятичный временной код на поднесущей 100 Гц.	0,01
WWV	Fort-Collins CO, USA 40°41′ N 105°02′ W	2,5 10 10 10 2,5	2500 5000 10000 15000 20000	Непрерывно	Секундные сигналы: 5 периодов модуляции 1 кГц. Метки 29-й и 59-й секунд пропускаются. Часовая метка маркируется сигналом 1500 Гц длительностью 0,8 с. Начало каждой минуты маркируется сигналом 1000 Гц длительностью 0,8 с. DUT1: кодом ITU-R путем сдваивания сигналов. Двоично-десятичный временной код на поднесущей 100 Гц.	0,05
YVTO	Caracas Venezuela 10°30′ N 66°56′ W	-	5 000	Непрерывно	Секундные сигналы - модуляция 1 кГц длительностью 0,1 с. Минута маркируется сигналом 800 Гц, длительностью 0,5 с. Сигнал 30-й секунды пропускается.	-

Примечание. Подробную информацию о характеристиках и программах передач ЭСЧВ специализированными зарубежными радиостанциями можно получить в ИМВП ФГУП "ВНИИФТРИ".

ПРИЛОЖЕНИЕ 7.

ПЕРЕЧЕНЬ БЮЛЛЕТЕНЕЙ

Государственной службы времени и частоты РФ
(рассылаются по запросам)

Серия А. ВСЕМИРНОЕ ВРЕМЯ И КООРДИНАТЫ ПОЛЮСА. Публикуются предварительные значения разностей UT1 (SU) - UTC (SU) и координаты ОС1. Издается еженедельно.

Серия Б. СРАВНЕНИЕ ЭТАЛОНОВ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ. Публикуются данные сравнения эталонов различных организаций с Государственным эталоном времени и частоты. Издается ежемесячно.

Серия В. ЭТАЛОННЫЕ СИГНАЛЫ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ. Публикуются характеристики (позывные, частоты, местоположение) и программы передач через радиостанции, телевидение и сеть звукового вещания. Издается один раз в 2 года.

Серия Г. ИЗВЕЩЕНИЯ. Публикуются сведения об изменениях в работе ГСВЧ, отдельные извещения Международного бюро мер и весов, Международной службы вращения Земли, некоторых зарубежных служб времени и другая необходимая потребителям информация. Издается по мере надобности.

Серия Д. РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ. Публикуются данные об отклонениях сигналов времени отечественных радиостанций от UTC (SU) и передаваемых ими частот от номинальных значений. Издается один раз в месяц.

Серия Е. ВСЕМИРНОЕ ВРЕМЯ И КООРДИНАТЫ ПОЛЮСА.. Публикуются окончательные данные о всемирном времени в моменты передач радиосигналов, координаты полюса и результаты астрономических определений времени. Издается один раз в три месяца.

Серия Ж. ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗЫ. Публикуются усредненные результаты фазовых измерений сигналов радиостанций, передающих высокостабильные частоты. Издается ежемесячно.

Серия З. ВРЕМЯ ВЫХОДА СИГНАЛОВ С АНТЕНН РАДИОСТАНЦИЙ. Публикуются усредненные данные моментов выхода сигналов с антенн радио и телевизионных станций, включая и зарубежные. Издается ежемесячно.

Перечисленные бюллетени (с указанием количества экземпляров и адреса получателя) можно заказать по адресу:

141570, п/о Менделеево Московской обл., Институт метрологии времени и пространства, ФГУП "ВНИИФТРИ".

Главный метрологический центр ГСВЧ предоставляет консультации по вопросам использования ЭСЧВ для поверки средств измерений и синхронизации высокоточных часов. За справками обращаться по телефону 535-93-20 или письменно по указанному выше адресу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. ГОСТ 8.129-83 Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.

2. Интерфейсный контрольный документ ГЛОНАСС, 5-я редакция. Координационный научно-информационный центр военно-космических сил России, Москва, 2002 г.

3. ГОСТ 8.515-84 Эталонные сигналы частоты и времени, излучаемые специализированными радиостанциями Государственной службы времени и частоты СССР. Временной код.

4. Регламент радиосвязи РФ - М.: Радио и связь, 1999.

5. Палий Г. Н., Артемьева Е. В. Синхронизация высокоточных мер времени и частоты. - М.: Изд-во стандартов, 1976, с. 47-83.

6. Annual Report of the BIMP Time Section, Volume 14, BUREAU INTERNACIONAL DES