

## **Государственная система единого времени и эталонных частот «Цель» в части объектов и средств Министерства обороны Российской Федерации состояние и перспективы развития**

© А. Е. Тюляков, Л. Я. Белов, П. Н. Паршин

АО «РИРВ», г. Санкт-Петербург, Россия

Представлены назначение, основные характеристики, состав, принципы функционирования и перспективы развития, разработанной в АО «Российский институт радионавигации и времени» модернизированной Государственной системы единого времени и эталонных частот «Цель» в части объектов и средств Министерства обороны Российской Федерации.

**Ключевые слова:** шкала времени, глобальные спутниковые навигационные системы, аппаратура потребителей

АО «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ») является ведущей организацией в области создания систем и средств координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО) России и создателем Государственной системы единого времени и эталонных частот (ГСЕВЭЧ) «Цель».

Созданием систем и средств единого времени высокой точности предприятие осуществляет с 1956 года. В 1990 году постановлением Совета Министров СССР от 29 марта 1990 года № 307-45 принята в эксплуатацию ГСЕВЭЧ «Цель», которая является основным средством частотно-временного обеспечения потребителей Вооруженных Сил Российской Федерации (ВС РФ) различного назначения.

В связи с повышением требований к точности синхронизации потребителей с UTC (SU) и с целью внедрения перспективных технологий передачи сигналов единого времени на базе отечественных изделий акционерным обществом «Российский институт радионавигации и времени» в рамках модернизации ГСЕВЭЧ «Цель» в части объектов и средств Министерства обороны Российской Федерации разработаны средства измерений военного назначения (СИ ВН) системы единого времени (СЕВ) нового поколения на основе ком-

плексирования различных методов синхронизации [1] и передачи сигналов времени.

Модернизированная ГСВЭЧ «Цель» предназначена для передачи от Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (UTC (SU)) потребителям в сфере обороны и безопасности, экономики и науки страны эталонных сигналов частоты и времени, информации о параметрах вращения Земли, а также для метрологического обеспечения объектов и средств СЕВ. Объекты и средства модернизированной ГСВЭЧ «Цель» представлены на рис. 1.

Модернизированная ГСВЭЧ «Цель» представляет собой разнесённые по территории России и сопредельных государств объекты наземной инфраструктуры и объекты, находящиеся в космическом пространстве [2], и включает в себя три основные подсистемы:

1. Подсистему средств передачи частотно-временной информации на базе сверхдлинноволновых радиостанций связи Военно-морского флота России, длинноволновых радионавигационных станций Военно-воздушных сил России и средств передачи сигналов времени КНС ГЛОНАСС (функционально), которая предназначена для передачи потребителям шкалы времени UTC(SU).

2. Подсистему контроля и управления, включающую в себя: автоматизированный центр контроля и управления системы (АЦУС) «Цель», базовый и восточный контрольные пункты (БКП и ВКП), а также систему передачи данных (функционально) и предназначена для контроля работы средств передачи сигналов времени и частоты ГСВЭЧ «Цель», анализа полученных данных, оперативного управления работой системы и метрологического обеспечения СИ ВН, контроля передач зарубежных средств передачи ЧВИ: «Лоран-С» и GPS, а также расчета ПВЗ в интересах потребителей Минобороны.

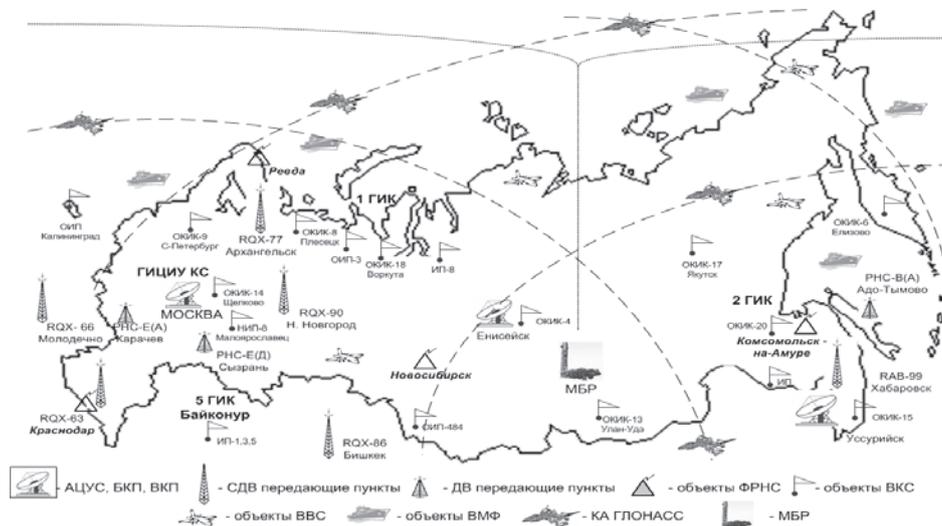


Рис. 1. Объекты и средства модернизированной ГСВЭЧ «Цель»

3. Подсистему аппаратуры потребителей в составе аппаратуры потребителей системы единого времени различных классов точности.

Обеспечение потребителей ВС РФ (космических, подводных и надводных, а также стационарных наземных) сигналами единого времени UTC(SU) в модернизированной ГСЕВЭЧ «Цель» осуществляется средствами передачи сигналов времени: КА ГЛОНАСС, ДВ РНС ВВС и СДВ РС ВМФ в установленных форматах и заданных технических характеристиках в любые периоды военно-политической обстановки.

Автоматизированный центр контроля и управления системы (АЦУС) «Цель» является ведущим органом управления и контроля работы средств модернизированной ГСЕВЭЧ, в том числе центральных синхронизаторов КНС ГЛОНАСС и имеет в своём составе военный (вторичный) эталон единиц времени, частоты и шкалы времени ВЭ-33, который является основным эталоном для всех потребителей Минобороны России в любые периоды военно-политической обстановки [3].

В рамках области аккредитации специалисты АЦУС осуществляют метрологическое обеспечение СИ ВН ГСЕВЭЧ «Цель» в соответствии с планом эксплуатации ГСЕВЭЧ «Цель», который ежегодно утверждается командованием Минобороны России.

При модернизации ГСЕВЭЧ «Цель» были получены следующие результаты натурных испытаний изделий военной техники (испытаний в целях утверждения типа СИ ВН):

а) создание двухчастотной аппаратуры привязки по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS (рис. 2) на основе 36-канального двухчастотного приемовычислительного модуля (МПВ) ГЛОНАСС/GPS позволяет в несколько раз повысить высокоточные сличения разнесенных эталонов времени и частоты (ЭВЧ):



Рис. 2. Двухчастотная аппаратура привязки по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS (изделие 14Б782)

— погрешность (СКО) определения расхождения шкалы времени (ШВ) объекта относительно ШВ UTC(SU) государственного эталона времени и частоты (далее — ГЭВЧ) с использованием сигналов, передаваемых космическими аппаратами КНС ГЛОНАСС в дифференциальном режиме при интервале времени измерения 13 мин не более 10 нс;

— погрешность (СКО) определения взаимного расхождения шкалы времени двух объектов относительно ШВ UTC(SU) ГЭВЧ с использованием сигналов, передаваемых космическими аппаратами КНС ГЛОНАСС в дифференциальном режиме при интервале времени измерения 13 мин не более:

- 1 нс — при расстоянии между объектами до 100 км;
- 5 нс — при расстоянии между объектами до 8000 км.

б) Создание аппаратуры СЕВ нового поколения (малогабаритная аппаратура потребителей частотно-временной информации (МАП ЧВИ) 3 и 4 классов точности, представленная на рис. 3, позволяет обеспечить:

— синхронизацию ШВ потребителей ВС РФ по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, радиостанций ДВ РНС ВВС и СДВ РС ВМФ с UTC(SU) с точностными характеристиками, приведёнными в таблице;

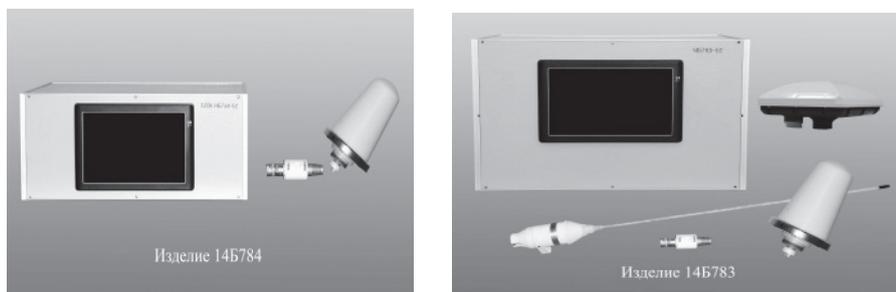


Рис. 3. МАП ЧВИ 3 и 4 классов точности

Таблица

Точностные характеристики привязки/синхронизации ШВ потребителей ВС РФ с использованием аппаратуры СЕВ нового поколения с UTC(SU) по сигналам КНС ГЛОНАСС/GPS, радиостанций ДВ РНС ВВС и СДВ РС ВМФ

Точностные характеристики	Значения		
	КНС ГЛОНАСС/GPS	ДВ РНС ВВС	СДВ РС ВМФ
Погрешность (СКО) привязки ШВ потребителей к ШВ UTC(SU), не более, мкс	0.02	1.5 (поверхностный сигнал) 17 (пространственный сигнал)	3.0

— приём и обработку аппаратурой СЕВ нового поколения одновременно до 24 КА ГЛОНАСС и GPS (при минимальном допустимом угле возвышения КА не менее 7.5°) навигационных сигналов:

— стандартной точности (L1/L2) и высокой точности (L1/L2) КНС ГЛОНАСС;

— С/А (L1) КНС GPS.

в) Малогабаритная аппаратура потребителей частотно-временной информации 3 и 4 классов точности, включающая в себя комплекс средств синхронизации шкал времени потребителей по каналам ВОЛС обеспечивает синхронизацию ШВ потребителей ВС РФ по стандарту международной организации по электросвязи (ИТЕЕ) 1588-2008 (в пределах одного объекта при расстояниях до 10 км) со следующими точностными характеристиками:

— погрешность (СКО) синхронизации ШВ по выделенным каналам ВОЛС не более 10 нс;

— погрешность (СКО) синхронизации ШВ по каналам ВОЛС, образующим локальную сеть не более 1 мкс;

— погрешность (СКО) синхронизации ШВ по выделенной проводной линии не более 1 мкс.

г) Комплексы средств передачи сигналов времени на базе передающих пунктов СДВ РС ВМФ и ДВ РНС ВВС, изображённые на рис. 4, модернизированные на основе комплексирования малогабаритной аппаратуры потребителей частотно-временной информации 3 класса точности, двухчастотной аппаратуры привязки по сигналам ГНС ГЛОНАСС и GPS, наземных средств контроля и передачи частотно-временной информации и стандартов частоты различной точности с соответствующим программно-математическим обеспечением предназначены для передачи потребителям шкалы времени UTC(SU) прошли государственные испытания и обеспечивают

— поддержание ШВ передающих пунктов относительно шкалы времени АЦУС UTC(G) с погрешностью не более  $\pm 0.05$  мкс;

— привязку ШВ рабочих эталонов к ШВ UTC(SU) с погрешностью (СКО):

— по сигналам КНС ГЛОНАСС не более 20 нс при интервале времени измерения 1 с, по отношению к ШВ UTC (G) при интервале времени измерения 13 мин в дифференциальном режиме не более 1 нс — при расстоянии между объектами до 100 км; 5 нс — при расстоянии между объектами до 8000 км;

— по сигналам радиостанций ДВ РНС ВВС — не более 1.5 мкс (поверхностный сигнал), 17 мкс (пространственный сигнал);

— по сигналам СДВ радиостанций связи ВМФ — не более 3 мкс;

— формирование частоты со средней квадратической относительной случайной вариацией на интервале времени измерения 1 сут не более  $5 \cdot 10^{-14}$ ;

— относительную погрешность рабочих эталонов по частоте не более  $\pm 1 \cdot 10^{-13}$  при интервале времени измерения 1 сут.



Рис. 4. Аппаратура комплексов средств передачи сигналов времени на базе передающих пунктов СДВ РС ВМФ и ДВ РНС ВВС

д) СЗИ модернизированной ГСЕВЭЧ «Цель» обеспечивает защиту информации от несанкционированного доступа с классом защищенности 1Г в соответствии с требованиями Руководящего документа ФСТЭК (Гостехкомиссии) России «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации».

### Заключение

С целью совершенствования, освоения и разработки перспективных технологий в области радионавигации и единого времени дальнейшее развитие ГСЕВЭЧ «Цель» в части объектов и средств Минобороны России целесообразно осуществлять по следующим основным направлениям:

- создание перспективной системы тактовой сетевой синхронизации сети передачи данных Минобороны России (открытого и закрытого сегментов и других наземных сетей), в том числе единой системы спутниковой связи, с технологией локальных первичных эталонов, основанной на использовании UTC (SU), передаваемой средствами ГСЕВЭЧ, для подстройки частоты;
- создание единой системы синхронизации средств (систем, комплексов) воздушно-космической обороны, а так же контроля и управления космическими объектами военного и двойного назначения с использованием волоконно-оптической технологии;
- создание аппаратуры радионавигации совмещенной с КНС ГЛОНАСС, GPS и импульсно-фазовой радионавигационной системы длинноволнового диапазона (РСДН) «Чайка», которая позволит повысить надёжность обеспечения потребителей Минобороны России радионавигационным и временным полем в любые периоды военно-политической обстановки;
- переоснащение объектов Минобороны России, использующих телекоммуникационное и терминальное оптическое оборудование сетевой синхронизации иностранного производства на перспективные отечественные образцы нового поколения.

Дальнейшее развитие ГСЕВЭЧ «Цель» в части объектов и средств Министерства обороны направлено на глобальное применение модернизированной ГСЕВЭЧ «Цель» в части объектов и средств Минобороны России в информационном пространстве, которое обеспечит интеграцию различных систем и средств военного и гражданского назначения в единую систему национальной обороны.

### **Литература**

1. Давыдкин П. Н., Колтунов М. Н., Рыжков А. В. Тактовая сетевая синхронизация / Под ред. М. Н. Колтунова. — М.: Эко-Трендз, 2004. — 205 с.

2. Паршин П. Н., Шаргин Ю. Г. и др. Отчет о работе КА «Метеор-М» №1 и его БА, включая научную аппаратуру, НКУ в процессе полета. — М.: в/ч 32103, 2010. — 132 с.

3. Матвеев С. А., Семёнов В. В. и др. Военный эталон единиц времени и частоты ВЭ-33. Методика ведения эталона. — М.: в/ч 32103, 2013. — 15 с.

## **The State System of the Unified Time and Reference Frequencies «The Goal» for the Ministry of Defense of the Russian Federation; Its Current Status and Development Opportunities**

**A. E. Tyulyakov, L. Ya. Belov, P. N. Parshin**

This article presents the purpose, main characteristics, composition, operating principles and development opportunities of the modernised State System of the Unified Time and Reference Frequencies «The Goal» for the Ministry of Defense of the Russian Federation. The system has been developed by the JSC «Russian Institute of Radio Navigation and Time».

**Keywords:** time scale, global navigation satellite system, GNSS receiver.