

УДК 621.396.2:521.6:529.78

**Б. И. Макаренко<sup>1</sup>, В. Ф. Кулишенко<sup>1</sup>, А. Ф. Петров<sup>1</sup>,  
К. Ф. Волох<sup>2</sup>, Е. Т. Жуков<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>АТ Науково-дослідний інститут радіотехнічних вимірювань, Харків

<sup>2</sup>Національне космічне агентство України, Київ

<sup>3</sup>Інститут прикладної астрономії РАН, Санкт-Петербург

**Система синхронизации и единого времени  
наземного автоматизированного комплекса  
управления космическими аппаратами Украины**

---

Приводяться загальні принципи побудови і функціонування системи синхронізації і єдиного часу наземного автоматизованого комплексу управління космічними апаратами України. В основі використовуються глобальні супутникові радіонавігаційні системи, вона інтегрована в Державну службу єдиного часу і еталонних частот України. Подані основні вимоги до системи, апаратури пунктів синхронізації і єдиного часу.

---

**ВВЕДЕНИЕ**

Открытый доступ к временной информации спутниковых радионавигационных систем, а также ее прецизионные характеристики, позволяют качественно решать задачи частотно-временного обеспечения различных систем и комплексов. Для их решения в Украине создается Государственная служба единого времени и эталонных частот [1, 2], имеются отдельные технические средства единого времени и эталонных частот в учреждениях Министерства обороны, Национального космического агентства, Академии наук, связи, энергетики, транспорта, которые в своем большинстве морально и физически устарели, выработали технический ресурс и не позволяют обеспечить на требуемом уровне решение перспективных задач обороны, промышленности, фундаментальной и прикладной науки, метрологии, в том числе задач, предусмотренных космической программой, а также программами по навигационному (координатно-временному) обеспечению Украины.

Одним из функциональных элементов, входящих в наземный автоматизированный комплекс управления космическими аппаратами (НАКУ КА) Украины, является система синхронизации и единого времени (ССЕВ). Она предназначена для частотно-временного обеспечения управления, т. е. привязки

к единой шкале времени данных траекторно-телеметрической, научной, дистанционного зондирования, сейсмической и другой информации, а также синхронизации наземных космических средств отдельных научно-испытательных комплексов (ОНИК), преобразованных в центры (управления полетами — ЦУП, приема научной информации — ЦПНИ, приема и обработки специальной информации и контроля навигационного поля — ЦПОСИ-иКНП, контроля космического пространства — ЦККП) и технических средств главного центра спецконтроля (ГЦСК) Национального центра управления и испытаний космических средств (НЦУ-ИКС)). Потребителями сигналов единого времени и эталонных частот являются радиотехнические и квантово-оптические системы траекторных измерений, командно-измерительные системы, радиотелеметрические системы, системы обработки измерительной информации, радиотехнические, телевизионные и сейсмические комплексы. Измерительная информация, получаемая средствами центров, должна быть с необходимой точностью привязана к временной шкале для осуществления ее совместной обработки. Необходимо создание системы синхронизации и единого времени НАКУ КА, СЕВ комплексов навигационного обеспечения, СЕВ МОУ и интегрирование их в Государственную службу единого времени и эталонных частот (ГСВЧ), а также

необходимо создание аппаратно-программных средств потребителей системы единого времени и эталонных частот.

#### ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ И ЕДИНОГО ВРЕМЕНИ НАКУ КА

Система синхронизации и единого времени (ССЕВ) должна обеспечивать:

- получение потребителями сигналов точного времени и эталонных частот;
- фиксирование моментов событий в процессе функционирования средств НЦУИКС;
- осуществление взаимной привязки по времени измерительной информации при ее обработке и синхронизации шкал времени информационно-измерительных систем различного назначения;
- существующих и перспективных потребителей НЦУИКС сигналами требуемых точностей на период эксплуатации ССЕВ;
- достоверность используемой потребителями частотно-временной информации и их оперативное оповещение о выходе ее параметров за пределы установленных допусков;
- надежность функционирования во всех условиях.

При этом должны быть предусмотрены:

- помехоустойчивость и защищенность от искусственных помех;
- электромагнитная совместимость с другими используемыми техническими средствами; защищенность от несанкционированного использования;
- совместимость с существующими системами СЕВ.

Анализ принципов построения и современного уровня сложных технических систем, требующих высокоточных траекторных, телеметрических и сигнальных измерений, показывает, что должны быть обеспечены следующие основные технические характеристики ССЕВ:

относительная погрешность частоты опорных генераторов — от  $3 \cdot 10^{-11}$  до  $3 \cdot 10^{-13}$ ;  
нестабильность частоты опорных генераторов на интервалах времени измерений от 1 с до 1 ч — от  $10^{-8}$  до  $10^{-13}$ ;  
погрешность синхронизации шкал времени измерительных систем (привязки к единой шкале времени) — от 2 мс до 0.005 мкс.

#### ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ССЕВ

При выборе направлений развития методов и средств время-частотного обеспечения важным является сравнительная оценка их состояния за рубежом. Мировой уровень в этой области определяют в основном США и Россия. Отдельные достижения имеются во Франции, Японии, Германии и других развитых странах.

В Российской Федерации Государственная система единого времени и эталонных частот (ГСЕВЭЧ) предназначена для обеспечения сигналами точного времени и эталонными частотами комплексов и систем оборонного, народно-хозяйственного и научного назначения, а также частотно-временного метрологического обеспечения Вооруженных сил и народного хозяйства. В нее входят эталонная база, средства передачи сигналов времени и частоты, средства контроля и управления, включающие автоматизированный центр управления системой (АЦУС), контрольно-управляющие пункты и автоматизированную сеть синхронизации и передачи данных, приемные пункты сигналов времени и частоты. Передача сигналов времени через навигационные и связные КА, сигналов времени и эталонных частот через ДВ-радионавигационную систему и по телевидению, а также передача эталонных частот через СДВ-радиостанции ведется совмещенно (одновременно) с передачей основной информации.

Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ) Госстандарта РФ отвечает за хранение и передачу размеров единиц времени и частоты, а также астрономическое определение времени. Эти задачи решаются с помощью соответствующих эталонов (Государственного первичного эталона единиц времени и частоты (ГЭВЧ), эталона-копии ГЭВЧ и вторичных эталонов), специальными радиостанциями для передачи эталонных сигналов частоты и времени (ЭСЧВ) КВ (с погрешностями сравнения шкал времени до 0.3 мс и частот до  $1 \cdot 10^{-8}$ ) и ДВ (с погрешностями сравнения шкал времени порядка 50 мкс и частот до  $5 \cdot 10^{-12}$  за сутки) и средствами передачи ЭСЧВ в шестой строке полного телевизионного сигнала через технический телевизионный центр в Останкино (Москва) с ретрансляцией их по каналам ОРТ (с погрешностями синхронизации шкал времени до 0.5 мкс). ГЭВЧ использует для воспроизведения единицы времени и частоты цезиевый репер и для хранения ее — 10 водородных стандартов частоты. Он имеет неисключенную систематическую погрешность на уровне  $5 \cdot 10^{-14}$  и

хранит атомную шкалу времени TA(SU) и шкалу UTC(SU) с нестабильностью порядка  $(2...5) \cdot 10^{-15}$ . Эталон-копия и вторичные эталоны имеют погрешность воспроизведения единиц времени и частоты на уровне  $(2...5) \cdot 10^{-14}$ . Их шкалы времени сравниваются со шкалой времени ГЭВЧ по сигналам ГЛОНАСС в дифференциальном режиме с помощью приемника А-724М-01 с погрешностью не более 20 нс.

Совокупность объектов и средств Минобороны США, осуществляющих частотно-временное обеспечение, можно считать в определенной мере аналогом части ГСЕВЭЧ. При этом ведущая и контрольно-управляющая функция USNO (Военно-морской обсерватории США) аналогична роли АЦУС в ГСЕВЭЧ. В качестве аналога ГСВЧ можно полагать совокупность средств и объектов, функционирующих в интересах NIST (Национального института стандартов и технологии США) и осуществляющих хранение и передачу размеров единиц времени и частоты. В США четко разграничиваются функции метрологии времени и частоты, за которые отвечает NIST, и функции обеспечения астрономическими данными и точным временем для навигации, за которые отвечает USNO. В USNO созданы и используются мастер-часы, включающие в себя 10 водородных мазеров (среди них VLG-11 с суточной нестабильностью порядка  $(3...5) \cdot 10^{-15}$ ) и около 50 цезиевых стандартов частоты (среди них HP5071A с атомно-лучевой трубкой 001 с нестабильностью порядка  $2 \cdot 10^{-14}$ ). Первичный цезиевый стандарт частоты США *sup* на пучке атомов с лазерной накачкой NIST-7 характеризуется точностью  $(5...7) \cdot 10^{-15}$ . Наименьшую неучтенную погрешность единицы частоты и атомной секунды  $2.2 \cdot 10^{-15}$  имеет первичный цезиевый стандарт частоты на «фонтанном эффекте» с лазерным охлаждением, созданный во Франции.

USNO контролирует средства передачи сигналов точного времени и эталонных частот Минобороны США, к которым относятся 7 радиостанций СДВ-связи ВМС (передача эталонных частот с погрешностью  $1 \cdot 10^{-11}$  на расстояние до 10 000 км), 8 радиостанций глобальной сети радионавигационной системы (РНС) СДВ — OMEGA (обеспечение привязки шкал времени с погрешностью 1...3 мкс и погрешности частоты до  $1 \cdot 10^{-12}$ ) и 12 цепочек радиостанций РНС ДВ — Loran-C (обеспечение привязки шкал времени с погрешностью 0.1 мкс по фазовым и 2 мкс по импульсным измерениям и погрешности частоты до  $1 \cdot 10^{-12}$ ), КА спутниковых радионавигационных систем низкоорбитальной TRANSIT и среднеорбитальной GPS. Часы главной управляющей станции GPS (2 водородных лазера и

12 цезиевых стандартов частоты) синхронизированы по часам USNO с погрешностью порядка 1 нс через дуплексный канал геостационарного КА связи и с погрешностью порядка 5 нс дифференциальным методом по сигналам СРНС.

NIST контролирует передачу сигналов времени и эталонных частот через специализированные радиостанции КВ и ДВ, через два геостационарных метеорологических КА и через телецентры (с погрешностью до 10 нс в зоне действия телецентра).

Современная высокая точность передач сигналов времени и частоты и перспективы в этой области в США связаны с GPS.

На основе вышесказанного представляется целесообразным использовать в системе синхронизации и единого времени (ССЕВ) НАКУ КА Украины командный метод синхронизации с включением в контур управления основных пунктов синхронизации и единого времени (ПСЕВ). Тем самым будут реализованы контроль положения ШВ этих пунктов и их синхронизация относительно системной шкалы времени, формируемой в пункте контроля и управления ССЕВ НАКУ КА Украины. Включение в контур реализуется путем организации информационного обмена между контрольно-управляющим пунктом (КУП) и приемными пунктами. При этом осуществляется передача в КУП данных о привязке ШВ приемных пунктов по сигналам различных передающих средств, обработка этих данных с данными контрольной привязки системной ШВ КУП по этим же передающим средствам. По результатам этой обработки формируется информация о возможном временном положении шкал времени пунктов и их положении относительно единой системной ШВ КУП, а также производится формирование команд на синхронизацию ШВ приемных пунктов. Это дает возможность использовать для синхронизации ШВ пунктов СЕВ передающие средства, не входящие в контур управления СЕВ НАКУ КА Украины, т. е. передающие средства, находящиеся вне ее территории.

Контрольно-управляющий пункт должен быть создан на первом этапе создания ССЕВ. Помимо него в состав подсистемы контроля и управления должны входить линии связи и передачи данных, реализующие информационный обмен между КУП и ПСЕВ. Наиболее приемлемой технически и экономически является реализация в кратчайшее время КУП на базе одного из существующих приемных пунктов. При этом предпочтительным является выбор г. Евпатории, где есть два приемных пункта, оснащенных комплектами аппаратуры «Кипарис», и рабочий эталон времени и частоты на основе двух водородных стандартов частоты из

состава наземного радиотехнического комплекса «Квант-Д». Разработка подсистемы контроля и управления на этой основе должна включать в себя вопросы информационного обмена КУП с ПСЕВ и программно-алгоритмического обеспечения контроля и управления ССЕВ НАКУ КА, создания комплекса средств контроля временного поля, включая транспортируемые квантовые часы, и информационно-вычислительного комплекса. Создание собственных передающих средств ССЕВ НАКУ КА Украины наиболее реально в ближайшее время на основе модернизации радиостанции РНС-Е(Б) в г. Симферополе, заключающейся в дооснащении ее аппаратурой СЕВ собственной разработки либо комплексом 17Н820 производства России.

Создание специализированных КВ и ДВ радиостанций для передачи сигналов времени, аналогичных тем, которые имеются в ГСВЧ России, представляется дорогостоящим и неперспективным. Для этой цели считается перспективной передача сигналов времени через геостационарные КА-ретрансляторы. В США это осуществляется через геостационарные метеорологические спутники GOES, которые в настоящее время ретранслируют на частоте 469 МГц временной код ведущей КВ радиостанции WWV службы времени NIST. Точность привязки ШВ достигает 10 мкс. Таким образом, метод передачи сигналов времени через геостационарные КА-ретрансляторы является перспективным и может быть реализован при запуске КА «Либідь». Реально обеспечивается точность сличения ШВ дуплексным методом через геостационарные КА-ретрансляторы не хуже 0.1 мкс, потенциально — единицы наносекунд. Наличие доступа к спутниковому каналу связи позволяет рекомендовать к использованию дуплексный метод спутниковой синхронизации ШВ.

Наибольшее внимание при разработке средств ССЕВ НАКУ КА Украины следует уделить на наш взгляд радиометeorным средствам синхронизации и передачи данных. Эти средства позволяют комплексно решить вопросы как синхронизации, так и управления в системе, в наибольшей степени удовлетворяют требованиям и специфике функционирования ССЕВ. Проведенные в Харьковском государственном техническом университете радиоэлектроники (ХГТУРЭ) разработки этих средств, имеющиеся опытные образцы и опыт их применения позволяют ориентироваться на них как на основные собственные средства высокоточной синхронизации и передачи данных с погрешностью до 5 нс в ССЕВ НАКУ КА Украины с зоной действия до 2000 км. Применение метеорных радиолиний передачи данных позволит отказаться от аренды линии связи и

обеспечит реализацию собственного канала передачи данных и управления, удовлетворяющего в большей степени требованиям помехозащищенности, скрытности, надежности и устойчивости функционирования.

На территории Украины имеется широкая разветвленная сеть телевизионных станций (центров) и ретрансляционных линий передач, поэтому метод передачи ЭСЧВ по ТВ каналам признан Госстандартом Украины приоритетным [2] и принят к реализации в 2001 г. Основные характеристики создаваемой системы приведены в Приложении А.

Исходя из выше изложенного, предлагаем следующую функциональную структуру ССЕВ НАКУ КА Украины (рисунок).

Для привязки ШВ приемных пунктов к единой ШВ контрольно-управляющего пункта ССЕВ НАКУ КА Украины используется комплекс существующих средств передачи сигналов времени РФ и СРНС GPS США, а также собственные создаваемые средства передачи сигналов и синхронизации хранителей времени.

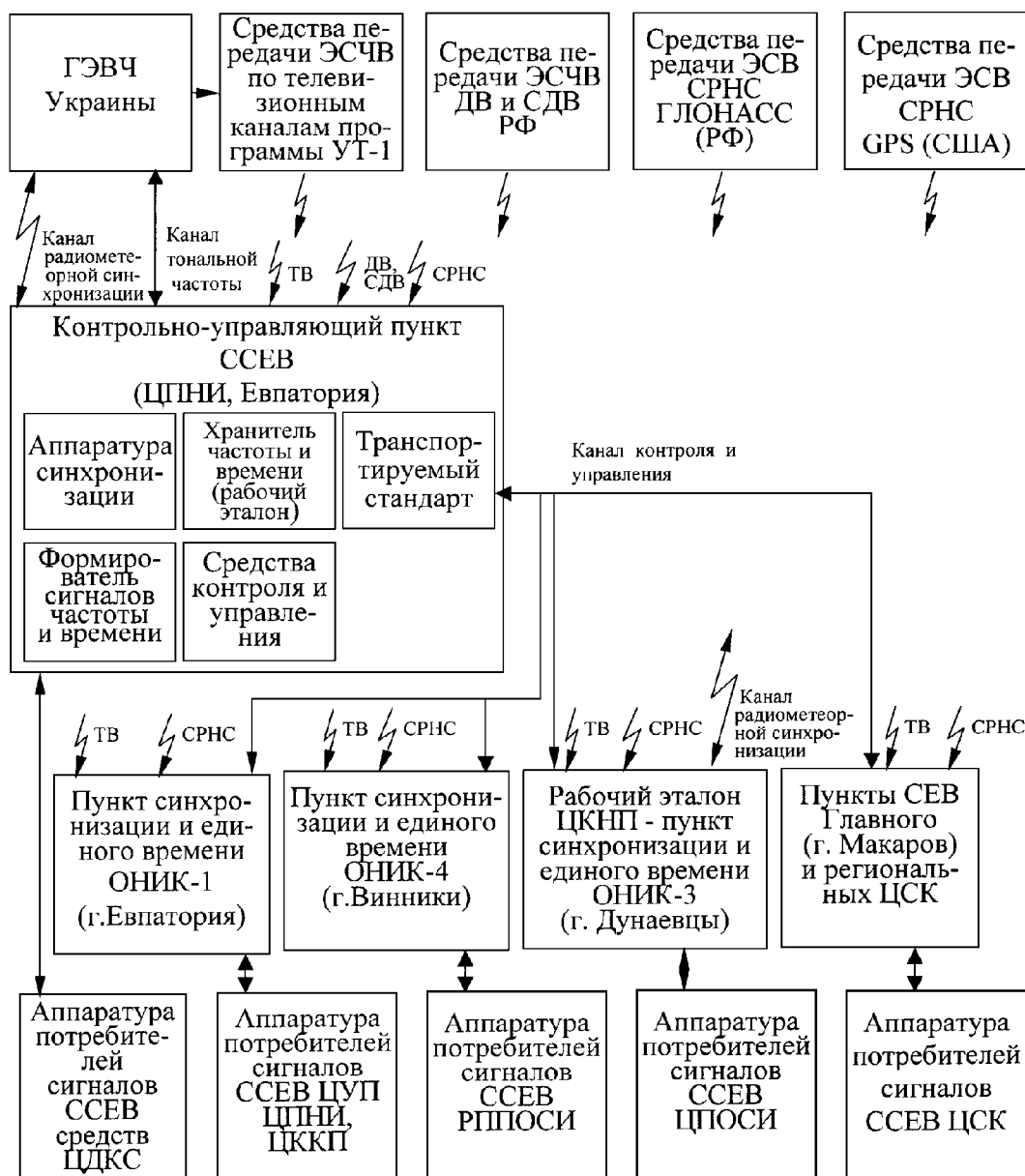
Функционально используются следующие средства передачи РФ:

- ДВ-радиостанции РНС-Е(А) и РНС-Е(Д) — ведущая и ведомые станции Европейской цепочки ИФ РНС «Чайка», расположенные в районе г. Карачев и г. Сызрань, излучающие навигационные пакеты импульсов на несущей частоте 100 кГц;
- СДВ-радиостанции связи, расположенные в гг. Бишкек, Архангельск, Нижний Новгород, Хабаровск, Краснодар, Молодечно, излучающие в режиме связи сигнал эталонной частоты 25 кГц и в сеансном режиме по определенной программе сигналы для привязки ШВ;
- ДВ-радиостанция РБУ — ведущая радиостанция ГЭВЧ России, расположенная под Москвой, излучающая эталонные сигналы времени и частоты на несущей 66.6 кГц;
- КВ-радиостанция РВМ, расположенная под Москвой и излучающая по определенной программе ЭСЧВ на несущих частотах 4.996, 9.996, 14.996 МГц;
- ТВ-каналы синхронизации, по которым передаются ЭСЧВ в составе полного ТВ-сигнала, формируемые на ТТЦ в г. Москве;
- спутники СРНС ГЛОНАСС.

Кроме того, функционально используются и спутники СРНС GPS (США).

Последние средства обеспечивают наиболее высокую из указанных выше средств точность привязки ШВ и имеют глобальную зону действия [3].

Метрологический контроль характеристик пере-



Структура системы синхронизации и единого времени НАКУ КА Украины

даваемых сигналов времени и частоты могут осуществлять пункты ГСВЧ Украины относительно существующих ГЭВЧ (в Харьковском НИИ метрологии) и вторичных эталонов времени и частоты, находящихся в УкрЦСМ (г. Киев), НИИ «Система» (г. Ужгород). Их взаимная синхронизация относительно первичных эталонов времени и частоты Украины и России осуществляется с помощью существующих метеорных радиолоний синхронизации. Оперативный контроль передаваемых сигналов времени и частоты ведет контрольно-управля-

ющий пункт ССЕВ НАКУ КА Украины. Обмен результатами контроля КУП и пунктов ГСВЧ позволяет определить характеристики КУП относительно первичных и вторичных эталонов.

Контроль и управление положением ШВ относительно единой ШВ КУП осуществляется на основе передачи данных о привязке ШВ приемных пунктов в КУП по системе связи и передачи данных, их обработки и формировании команд управления, передаваемых на ПСЕВ. Кроме того, используются транспортируемый квантовый хранитель времени и

частоты. КУП и каналы передачи данных и команд управления составляют подсистему контроля и управления (ПКУ). КУП должен быть оснащен рабочим эталоном времени и частоты (РЭВЧ), формирующим системную шкалу времени, информационно-вычислительным комплексом и транспортируемыми квантовыми часами. На основе обмена данными по линии связи с АЦУС осуществляется оценка взаимного положения шкал ССЕВ НАКУ КА Украины и ГСЕВЭЧ.

Таким образом, в структуре ССЕВ можно выделить три иерархических уровня:

первый представляет собой эталонную частотно-временную базу, включающую в себя ГЭВЧ, вторичные и рабочие эталоны времени и частоты, синхронизируемые относительно эталонов времени и частоты РФ с помощью метеорных радиолоний синхронизации или с использованием СРНС и других стран — с использованием СРНС;

второй иерархический уровень представляют ныне действующие средства передачи сигналов времени и эталонных частот РФ и США, сигналы которых в настоящее время могут использоваться в Украине для привязки ШВ, а также перспективные создаваемые средства передачи ЭСЧВ: с использованием телевизионных сигналов программы УТ-1 (г. Киев), ДВ-радиостанции РНС-Е(Б) (г. Симферополь), с использованием дуплексных каналов метеорной и спутниковой связи;

третий иерархический уровень образуют средства пользователей системы СЕВ НАКУ КА — пункты синхронизации и единого времени и частотно-временная аппаратура.

В настоящее время центры НЦУИКС оснащены аппаратурой приемных пунктов (ПП) СЕВ 2 класса точности «Кипарис» (разработки конца 1960-х годов), дооснащенных рубидиевыми стандартами частоты («Агат-М», 1Н974 или СЧВ-74) и 4 класса точности — комплексами 17Н723 «Секунда» (разработки начала 1980-х годов). Наземный радиотехнический комплекс «Квант-Д» имеет в своем составе водородные стандарты частоты Ч1-70, Ч1-75 и Ч1-80, а центры спецконтроля — аппаратуру СЕВ (разработки и производства ПО им. С. П. Королева, г. Киев) на основе рубидиевого стандарта Ч1-50, синхронизатора кварцевого Ч7-12 и приемного устройства СРНС ГЛОНАСС 1Т130М-01. Указанная аппаратура в основном выработала ресурс, не соответствует современным требованиям и поэтому требует замены на новую, основные характеристики которой приведены в Приложении Б.

#### ПРИЛОЖЕНИЕА. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕЛЕВИЗИОННОГО СИГНАЛА ПРОГРАММЫ УТ-1

Создаваемая система передачи точных сигналов времени и частоты по каналам национального телевидения обладает следующими техническими характеристиками:

1. В 6-й строке телевизионного сигнала передаются эталонный сигнал частоты — 15 периодов сигнала частотой 1 МГц, эталонный сигнал времени — метка шкалы времени 1 с, код текущего значения времени, дата, поправки к шкале времени и другая информация.

2. Хранитель времени и частоты имеет:  
среднее относительное изменение частоты за 1 сут не более  $3 \cdot 10^{-12}$ ,  
среднее квадратичное относительное отклонение частоты не более  $10^{-11}$  за 1 с,  
 $8 \cdot 10^{-12}$  за 10 с,  
 $83 \cdot 10^{-12}$  за 1 сут;

среднее квадратичное относительное отклонение воспроизведения частоты не более  $10^{-11}$ .

3. Относительная погрешность передаваемых эталонных сигналов частоты 1 МГц — не более  $10^{-11}$  за 1000 с,  $3 \cdot 10^{-12}$  за 1 сут.

4. Погрешность воспроизведения характерных меток передаваемых эталонных сигналов времени по отношению к шкале национального координированного времени UTC(UA) не более 1 мкс.

#### ПРИЛОЖЕНИЕБ. АППАРАТУРА ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Основной задачей аппаратуры частотно-временного обеспечения является обеспечение технических средств и комплексов сигналами точного времени и эталонными частотами, определение точного времени свершения событий.

Аппаратура ПСЕВ должна обеспечивать прием образцовых сигналов времени и частоты, передаваемых передающими станциями отечественной и зарубежных систем единого времени и эталонных частот (СЕВ ЭЧ); воспроизведение сигналов высокостабильной частоты 5 МГц; формирование из сигналов этой частоты местной шкалы времени, образцовых сигналов различных частот и кодов времени, привязанных к шкале времени (ШВ) UTC (UA) и поправок к шкале UTC; хранение местной шкалы времени в процессе непрерывной работы; выдачу потребителям образцовых сигналов

и кодов времени, эталонных частот.

Типовая структура пункта СЕВ имеет в своем составе аппаратуру хранения времени, аппаратуру привязки шкал времени и сличения частот, аппаратуру формирования и передачи потребителям сигналов времени и частоты.

Пункты СЕВ могут быть различного класса точности и предлагается комплектовать их на основе базового комплекта ПСЕВ. Комплексность ПСЕВ определяется на основании требований потребителя к нестабильности частот, точности привязки и хранения шкалы времени, видами сигналов частоты и времени. По точностным характеристикам ПСЕВ можно разделить на две категории: с квантовым хранителем времени и кварцевым хранителем времени.

ПСЕВ с квантовым (рубидиевым) хранителем частоты и времени имеет следующие основные технические характеристики:

Относительная нестабильность частоты за сутки	$5 \cdot 10^{-12}$ ;
Погрешность хранения времени за сутки	1 мкс;
Период автономной работы при уходе шкалы времени не более 1 мс	150 сут;
Погрешность привязки шкалы времени:	
по СРНС ГЛОНАС/GPS	< 1 мкс;
по ТВ-каналу	1 мкс;
по метеороному каналу связи	50 нс;
по ДВ-радиостанции	10 мкс.

ПСЕВ с кварцевым хранителем частоты и времени (например «Гиацинт-М», Э2-128 или ГК62-ТС1) имеет такие же погрешности привязки шкалы времени, как и предыдущий, а также:

относительную нестабильность частоты ПСЕВ за сутки	$5 \cdot 10^{-9} / 5 \cdot 10^{-10} / 5 \cdot 10^{-11}$ ;
погрешность хранения времени за сутки	500/50/5 мкс;
период автономной работы при уходе шкалы времени не более 1 мс/сут	3/30/100.

ПСЕВ непрерывно функционирует в режимах «Синхронизация» и «Автономный». В режиме «Синхронизация» осуществляется формирование и хранение шкалы времени, прием ЭСЧВ и привязка к ним ШВ (синхронизация часов), контроль сигналов времени и частоты, выдача их требуемым

устройствам, в том числе в ПЭВМ; установка времени производится внешними сигналами синхронизации. В режиме «Автономный», т. е. при отсутствии сигналов синхронизации ТВ и СРНС (эталонных сигналов частоты ЭСЧ или эталонных сигналов времени ЭСВ), осуществляется формирование и хранение шкалы времени (с погрешностями, определяемыми нестабильностью внутреннего опорного генератора или внешнего квантового), установка времени вручную, выдача сигналов времени и частоты требуемым устройствам.

ПСЕВ обеспечивает: прием сигналов телевизионного вещания с ЭСЧВ, сигналов СРНС с ЭСВ и эталонной шкалы времени; выдачу на внешние разъемы сигналов «1 Гц», сигналов синхронизации времени ПЭВМ, цифровой информации, передаваемой СРНС и по ТВ, синусоидальных сигналов частотой 5 МГц, других синхросигналов (например импульсных сигналов частотой 1/60 Гц, 1/300 Гц, смеси 1 Гц + 1/60 Гц + 1/300 Гц и др.).

Питание ПСЕВ осуществляется от однофазной сети переменного тока  $220 \pm 22$  В частотой  $50 \pm 1$  Гц или от источника постоянного тока напряжением  $27 \pm 3$  В с гальванической развязкой.

1. Величко О. Н., Макаренко Б. І., Камінський В. Ю. та ін. Державна служба єдиного часу і еталонних частот — необхідний елемент розвитку наземної космічної інфраструктури України // Космічна наука і технологія.— 1997.—3, № 1-2.—С. 7—16.
2. Величко О. М., Сафронов Ю. І., Клейман О. С. та ін. Державна служба єдиного часу і еталонних частот України: структура і основні засади забезпечення країни високоточною частотно-часовою інформацією // Космічна наука і технологія.—1998.—4, № 2/3.—С. 8—11.
3. Шебанов А. А., Рабкин В. С., Горбунов В. И. Синхронизация мер времени и частоты по сигналам спутниковых радионавигационных систем. — М.: Изд-во стандартов, 1992.—128 с.

---

SYSTEM OF SYNCHRONIZATION AND COMMON TIME FOR GROUND AUTOMATED COMPLEX OF CONTROL BY UKRAINIAN SPACECRAFTS

B. I. Makarenko, V. F. Kulishenko, A. F. Petrov, K. F. Volokh, E. T. Zhukov

General principles of construction and function of synchronization system and common time of the ground automated complex of Ukrainian spacecrafts control using the global satellite radio-navigation systems and integration this system to the State service of common time and standard frequencies of Ukraine are presented.