

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭТАЛОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ВРЕМЯ-ЧАСТОТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

В.И. Нестулей, М.А. Довгалоук, А.Н. Попов, С.В. Володина

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл.

nestuley@vniiftri.ru

В статье представлена структурная схема комплекса средств технического обеспечения эталонных комплексов времени и частоты (КСТО); приводится описание его составных частей: электроснабжение ГЭВЧ, системы прецизионного кондиционирования, системы мониторинга температуры в помещениях ГЭВЧ.

Structural scheme of technical complex for functioning provision of time and frequency etalon complexes is presented. Its components: power supply, precise conditioning system, temperature monitoring system are described.

Ключевые слова: эталонный комплекс, технические средства функционирования, электроснабжение ГЭВЧ

1. Структурная схема комплекса средств технического обеспечения (КСТО)

Государственный эталон времени и частоты (ГЭВЧ) РФ располагается в специально выстроенном корпусе ЦМКК объекта «Сигнал», который расположен вне основной территории института в удалении от населенных пунктов и автомобильных дорог.



Рис. 1. Главный корпус ЦМКК объекта «Сигнал»

Объект имеет развитую инфраструктуру, включающую в себя средства электроснабжения, связи, теплоснабжения и отопления, вентиляции и кондиционирования, водоснабжения и другие. Все эти средства предназначены для эталона, обеспечения условий содержания эталона, однако непосредственно влияют на его метрологические характеристики и надежность функционирования - системы электроснабжения и поддержания температурно-влажностного режима (ТВР). В технической документации на эталон они прописаны как комплекс средств технического обеспечения КСТО.



Рисунок 2. Структурная схема комплекса средств технического обеспечения

2. Этапы создания КСТО

Создание КСТО осуществлялся в несколько этапов:

- определение технических требований к условиям содержания систем эталона,
- разработка технических заданий на проектирование систем КСТО,
- разработка проектов на системы КСТО,
- разработка технического задания на строительные работы (строительство, реконструкция, строительные-ремонтные работы),
- разработка рабочей проектной документации на создание систем КСТО,
- разработка проекта на выполнение строительных работ,
- выполнение строительных работ,

- приобретение оборудования КСТО,
- выполнение монтажных и пуско-наладочных работ по оборудованию КСТО,
- выполнение испытаний и запуска в эксплуатацию систем КСТО,
- выполнение исполнительной документации на системы КСТО.

3. Технические требования к КСТО

- обеспечение бесперебойного функционирования, в том числе возможность выполнения ТО и ремонта его оборудования без ухудшения параметров электропитания и ТВР;
- допустимые отклонения, диапазон регулирования и точность поддержания параметров электропитания и ТВР;
- специальные требования к ТВР (допустимая скорость изменения параметров, предельные значения температурных градиентов, требования к однородности среды, избыточные давления в рабочих зонах и др.);
- специальные требования к электропитанию;
- требования к защите от электрических и электромагнитных помех;
- требования к защите от механических вибраций и акустических помех.

4. Выбор состава КСТО

Состав оборудования КСТО определяется:

- составом и техническими характеристиками приборов эталона;
- требованиями к условиям содержания приборов и систем эталона;
- конструктивными особенностями помещений, здания;
- количеством персонала, постоянно работающего в помещениях эталона;
- перспективами развития эталонного комплекса;
- экономическими ограничениями.

5. Описание комплекса средств технического обеспечения ГЭВЧ

Основные комплексы ГЭВЧ: «Комплекс хранения единиц времени и частоты», «Комплекс воспроизведения единиц времени и частоты», «Комплекс внутренних сличений», «Комплекс внешних сличений» размещены в специализированных помещениях с соблюдением требуемых условий эксплуатации. В отличие от эталонов единиц других физических величин эталон времени и частоты воспроизводит и формирует непрерывную шкалу времени, что предъявляет повышенные требования к точности поддержания параметров рабочей среды, к качеству электропитания и к надежности средств

технического обеспечения.

За прошедшее десятилетие комплекс средств обеспечения ГЭВЧ существенно изменился. Это связано с изменением технических требований к «Правилам содержания и применения ГЭВЧ». Была проведена кардинальная реконструкция аппаратных помещений комплекса хранения единиц времени и частоты. Проведены большие работы по обеспечению надежности работы средств электропитания комплексов ГЭВЧ и полностью обновлены средства формирования и поддержания температурно-влажностной среды в помещениях эталона.

В 2008 г. для обеспечения условий функционирования нового поколения приборов ГЭВЧ выполнен большой объем работ по созданию системы бесперебойного электропитания повышенной надежности.

Реализованная схема электропитания позволяет осуществлять техническое обслуживание и ремонт устройств без прекращения питания водородных стандартов. В последующие годы для обеспечения бесперебойного электропитания системы внутренних сличений, цезиевого репера частоты и вновь создаваемых рубидиевых реперов частоты фонтанного типа, а также базового комплекса времени и частоты (БКВЧ) используются приборы имеющие высокую надежность и срок службы аккумуляторных батарей более 10 лет.

5.1. Системы поддержания ТВР ГЭВЧ

Применение систем прецизионного кондиционирования началось в 2006 г., было создано специальное помещение для ЦРЧ «Фонтан», оснащенное прецизионным кондиционером, который поддерживал температуру внутри помещения в пределах $\pm 0,5$ °С от установленного значения и относительную влажность в пределах $\pm 3\%$. Однако в ходе эксплуатации выяснилось, что из-за применяемого способа регулирования температуры кондиционер не удовлетворял требованию по скорости ее изменения (менее 0,3 °С/час) и в последующем использовался как резервный.

В 2008 – 2009 гг. выполнен комплекс работ по созданию прецизионной системы кондиционирования помещений ГЭВЧ нового поколения. В системе применен принцип централизованного холодоснабжения. Выбор системы с централизованным холодоснабжением и с применением промежуточного хладоносителя обусловлен требованием плавного (не более 0,3°С/час) изменения температуры воздуха. В период проектирования системы промыш-

ленность не производила кондиционеры с инверторным управлением компрессоров, позволяющим плавно регулировать их холодопроизводительность. Поэтому для плавного регулирования температуры воздуха были применены прецизионные кондиционеры - фанкойлы. В 2008 г. введена в эксплуатацию первая очередь системы, обслуживающая помещения комплекса хранения единиц времени и частоты и комплекса внутренних сличений. Результаты эксплуатации системы показали возможность поддержания параметров среды в помещениях комплекса хранения единиц времени и частоты с высокой точностью. Изменение температуры в рабочих зонах не превышает $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\pm 3\%$ в течение месяца. В дальнейшем к системе были подключены два помещения цезиевых реперов частоты (ЦРЧ) фонтанного типа. В последующие годы система совершенствовалась. В настоящее время для обеспечения непрерывной работы системы практически все основное оборудование имеет 100% резерв, позволяющий выполнять техническое обслуживание и ремонтные работы без прекращения функционирования.



Рис. 3. Оборудование системы прецизионного кондиционирования

Система обслуживает аппаратные ГЭВЧ.

Дальнейшее расширение системы ограничено холодопроизводительностью чиллеров и пропускной способностью магистрального трубопровода. В связи с этим вновь созданные три помещения оснащены индивидуальными системами прецизионного кондиционирования. В двух из них, предназна-

нных для размещения рубидиевых реперов частоты фонтанного типа, где требуется поддержание параметров ТВР с высокой точностью и плавным регулированием температуры, также используется оправдавшая себя схема с промежуточным хладоносителем. Системы оснащены чиллерами нового поколения с инверторным управлением компрессоров и устройствами управления, позволяющими плавно регулировать холодопроизводительность и поддерживать температуру в помещении с более высокой точностью. Кроме того, устройство управления системой позволяет выбирать режим резервирования – ручной или автоматический.



Рис. 4. Оборудование прецизионного кондиционирования помещения рубидиевых реперов частоты

Для размещения вновь создаваемого базового комплекса времени и частоты (БКВЧ) введено в эксплуатацию помещение, оснащенное индивидуальными климатическими камерами для водородных хранителей времени и частоты и системы сличения и формирования шкалы времени, в которых поддерживается температура воздуха с точностью менее $\pm 0,1$ °С. Удаление тепла, выделяемого оборудованием климатических камер осуществляется автоматизированной вентиляционной системой, оснащенной устройством рекуперации тепла, работающего в зимнее время. В летнее время температура в помещении поддерживается с помощью кондиционеров кассетного типа. Точность поддержания температуры в помещении составляет ± 1 °С.

5.2. Система мониторинга параметров ТВР в помещениях ГЭВЧ

СМКП предназначена для непрерывного мониторинга климатических параметров помещений Государственного первичного эталона времени и частоты.

ты. В системе используются метеодатчики и программное обеспечение производства фирмы Reinhardt.

Программное обеспечение фирмы Reinhardt позволяет коммутацию до 265 датчиков и метеостанций по интерфейсу RS -232. Дальнейшее расширение системы возможно по средствам TCP/IP подключения (IP- адрес, TCP/IP – порт). Возможно подключение удалённых датчиков по средствам GSM модемов.

Система мониторинга обеспечивает:

- непрерывное измерение климатических параметров в помещениях Государственного первичного эталона времени и частоты и внешних погодных условий;

- формирование файлов-отчётов об изменении климатических параметров помещений Государственного первичного эталона времени и частоты и внешних погодных условий;

- построение графиков изменений климатических параметров помещений Государственного первичного эталона времени и частоты и внешних погодных условий с добавлением усреднённых значений последних измерений каждые 5 минут;

- возможность дистанционного мониторинга климатических параметров в помещениях Государственного первичного эталона времени и частоты и внешних погодных условий с любого ПЭВМ, входящего в локальную сеть ФГУП ВНИИФТРИ, оснащённого специализированным ПО;

- возможность дистанционного мониторинга с периодом в один час (период выкладки данных на <ftp.vniiftri.ru>) климатических параметров в помещениях Государственного первичного эталона времени и частоты и внешних погодных условий с любого ПЭВМ, подключённого к Internet и оснащённого специализированным ПО.

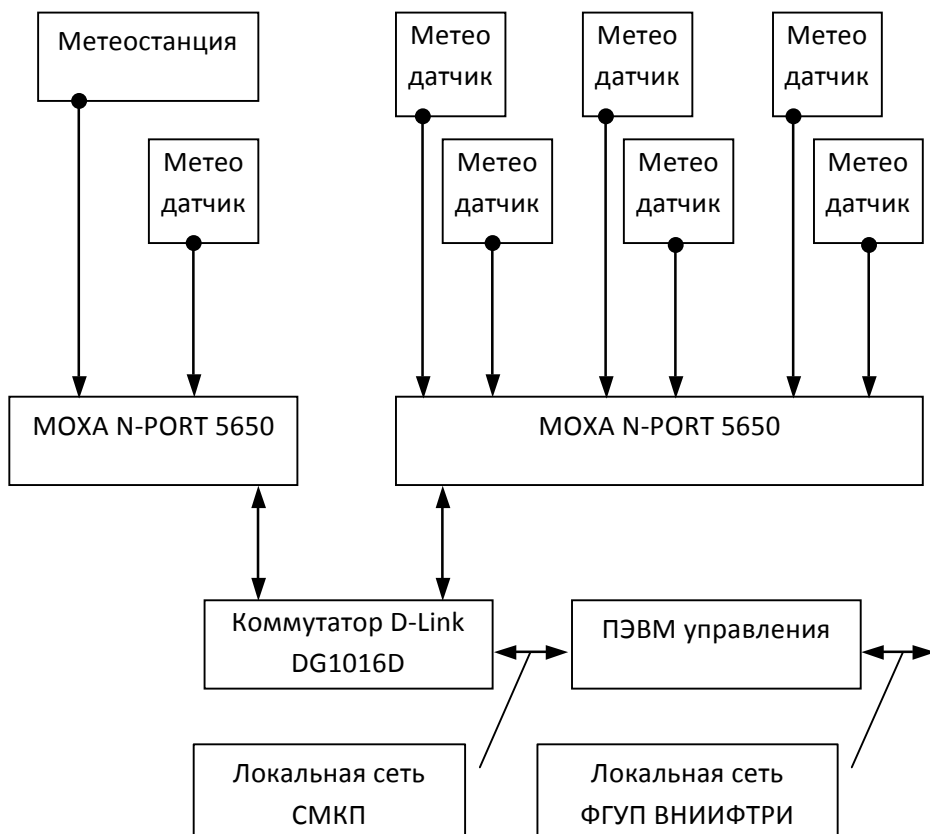


Рис. 5. Система мониторинга ТВР в помещениях ГЭВЧ

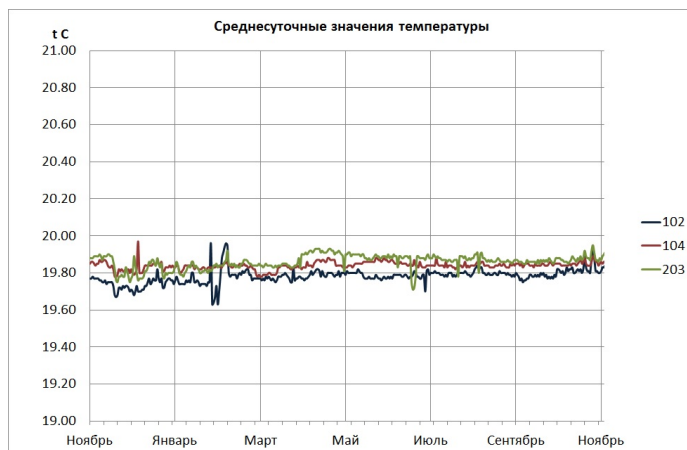


Рис. 6. Результаты мониторинга температуры в помещениях водородных хранителей частоты и времени в 2015 г

6. Заключение

Существующая система технического обеспечения обеспечивает надежное функционирование ГЭВЧ, однако требует модернизации в части замены устаревшего и выработавшего технический ресурс оборудования.