Полигон квантовых сенсоров межуниверситетской квантовой сети для частотно-временного обеспечения

Миронов Юрий Борисович,

НИЦ Курчатовский институт

Актуальность создания сети для ЧВО

Частотно-временное обеспечение (ЧВО) используется практически во всех отраслях:

- Связь и телерадиовещание;
- Сектор информационных технологий и сервисов;
- Транспортный сектор;
- Энергетика;
- Кибербезопасность;
- и др.

Для надёжной и безопасной работы этих отраслей необходима синхронизация часов в разных местах, что требует совершенствования методов распределения сигналов времени и частоты, чтобы датчики могли определять своё местоположение во времени и пространстве.

Проблема

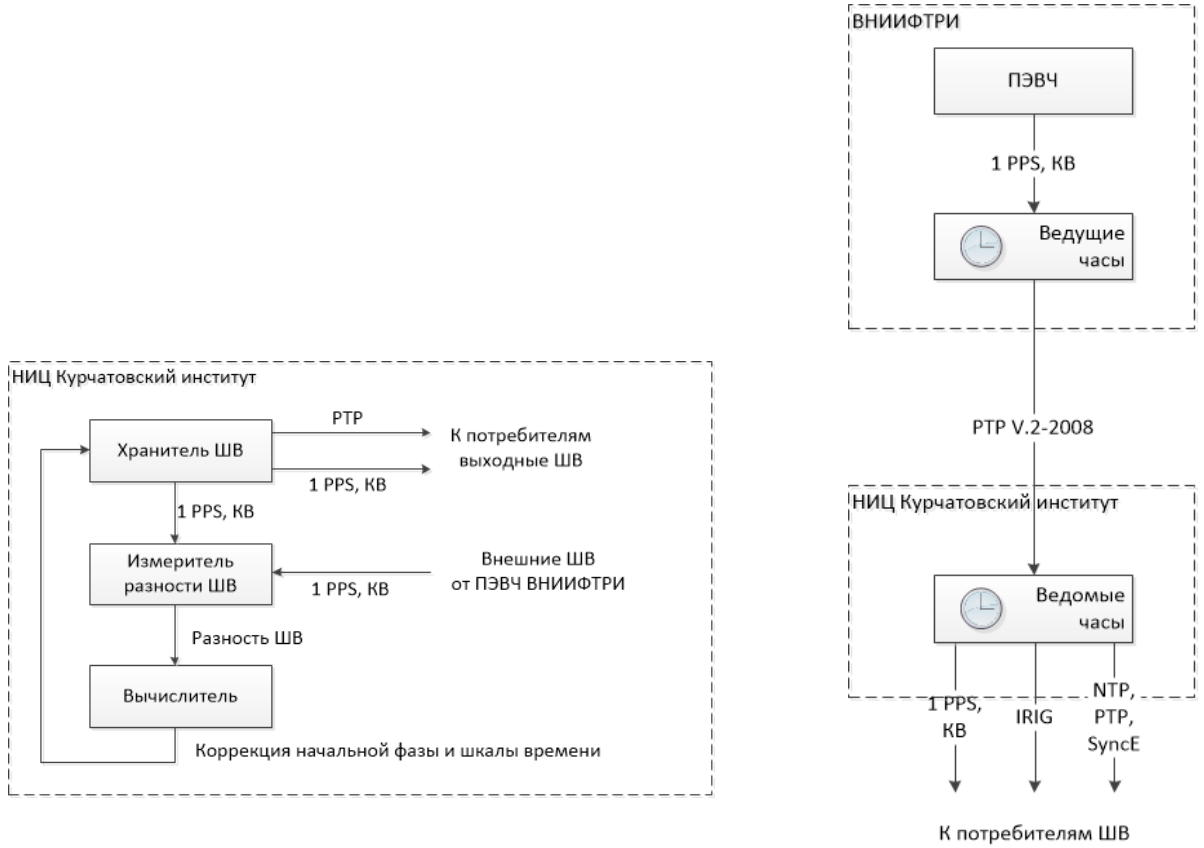
Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли передает информацию об эталонных сигналах времени и частоты. Для этого используются средства глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), которые имеют следующие существенные недостатки:

- Нарушения в работе приёма сигналов ГНСС – различные сценарии преднамеренных помех (jamming);
- Необходимость контроля достоверности принимаемых сигналов ГНСС – защита от спуфигна (spoofing)

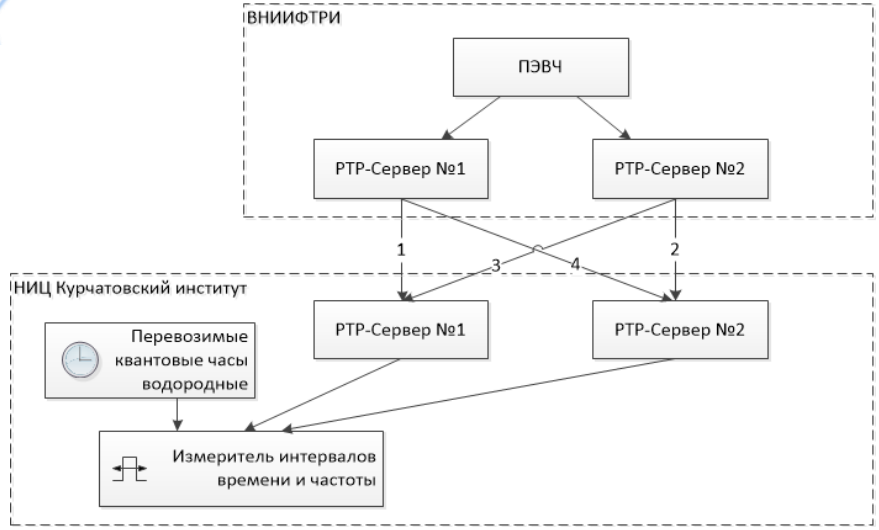
Решение

Создание распределенной оптоволоконной сети квантовых стандартов времени и частоты (сети квантовых сенсоров) с привязкой к шкале Первичного государственного эталона времени и частоты на базе квантовых водородных стандартов.

Для повышения надежности и обеспечения длительной работы системы на ключевых узлах сети квантовых сенсоров предлагается реализовать идеологию построения сетевых часов с хранителем шкал времени.

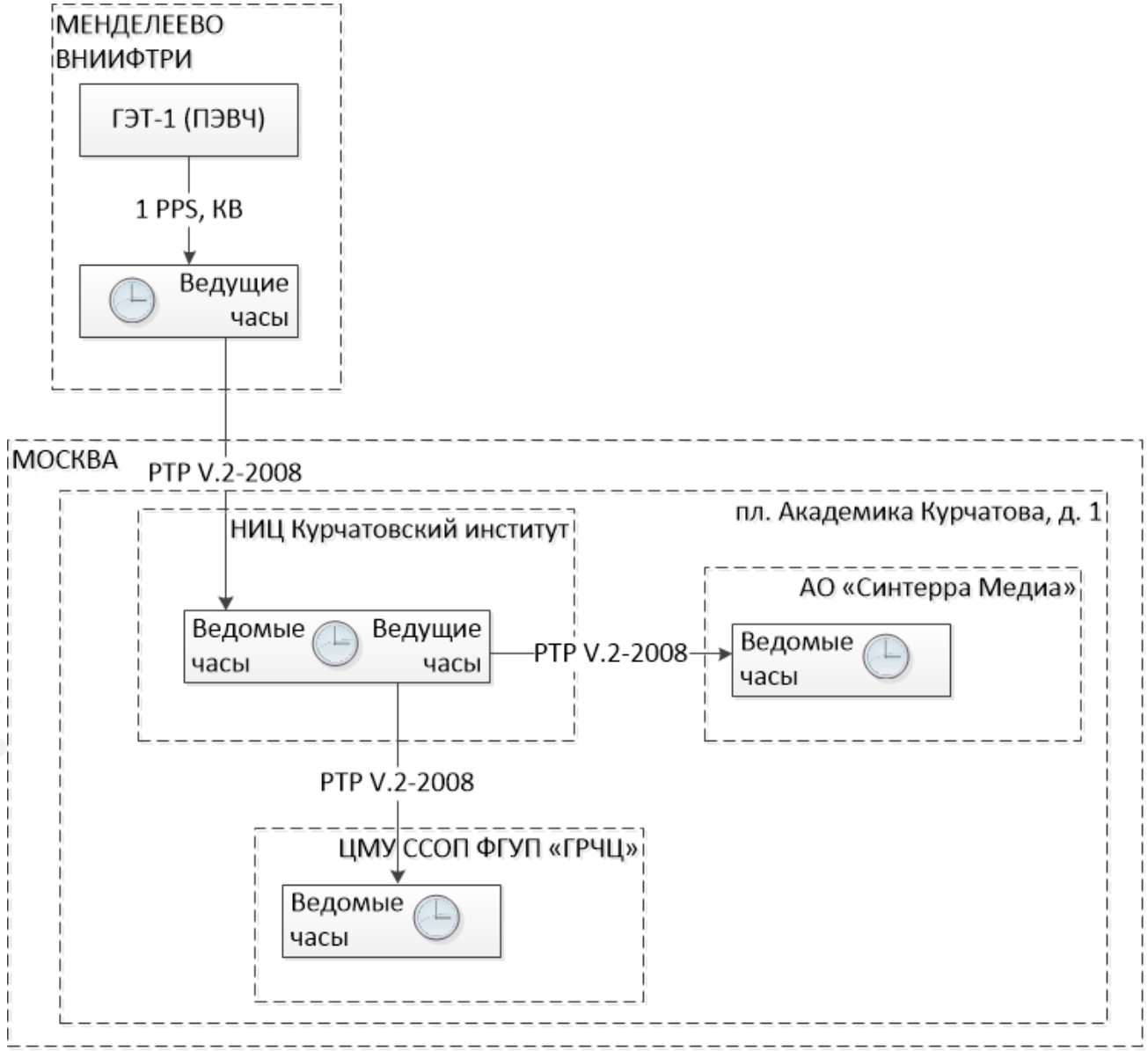


Этап 1. сентябрь 2025 г.
Создание системы привязки к национальной шкале времени Российской Федерации (государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1) с помощью протокола PTP v.2-2008 по ВОЛС



Этап 2. сентябрь – декабрь 2025 г. Пилотирование

- АО «Синтерра Медиа», ЦМУ ССОП ФГУП «ГРЧЦ» – площадки-участники пилотного проекта
- НИЦ «Курчатовский институт», ФГУП ВНИИФТРИ – проведение пилотного проекта



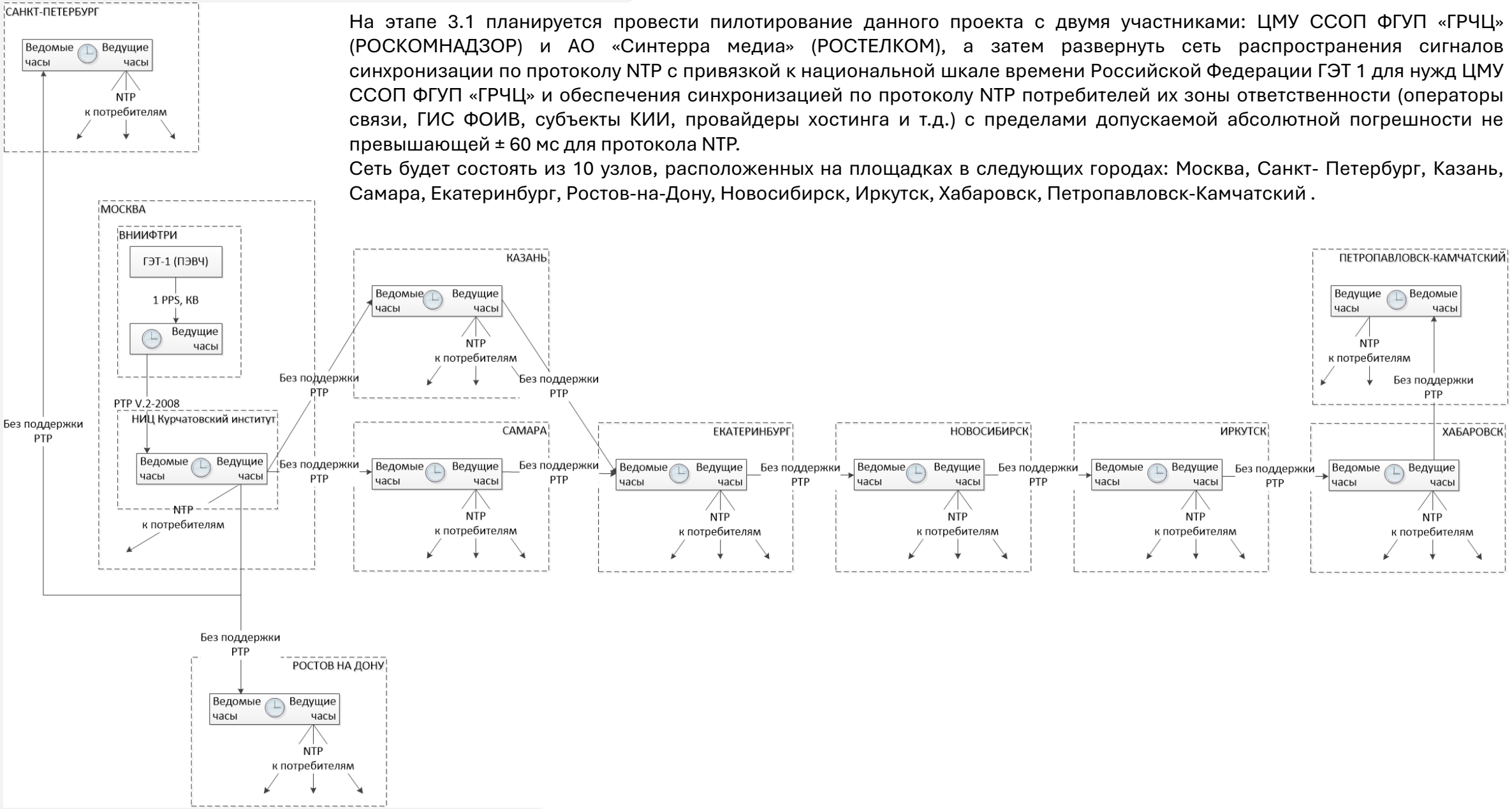
Этап 3. 2026 г.
АО «Синтерра Медиа» (ДЗО ПАО «Ростелеком»)
Создание системы синхронизации по протоколу PTP используя инфраструктуру АО «Синтерра Медиа» для нужд ЦМУ ССОП ФГУП «ГРЧЦ» и обеспечения синхронизацией по протоколу NTP потребителей их зоны ответственности, а также создание сервиса точной синхронизации по протоколу PTP для др. потребителей

Участники и задачи:

- АО «Синтерра Медиа» - оператор PNT, ситуационный центр (СЦ), система мониторинга показателей синхронизации для СЦ
- АНО «РосНИИРОС» - портал NTP.SU
- ЦМУ ССОП ФГУП «ГРЧЦ» – заказчик (постановка НИОКР)
- НИЦ «Курчатовский институт», ФГУП ВНИИФТРИ – система привязки к национальной шкале времени Российской Федерации по ВОЛС, RnD

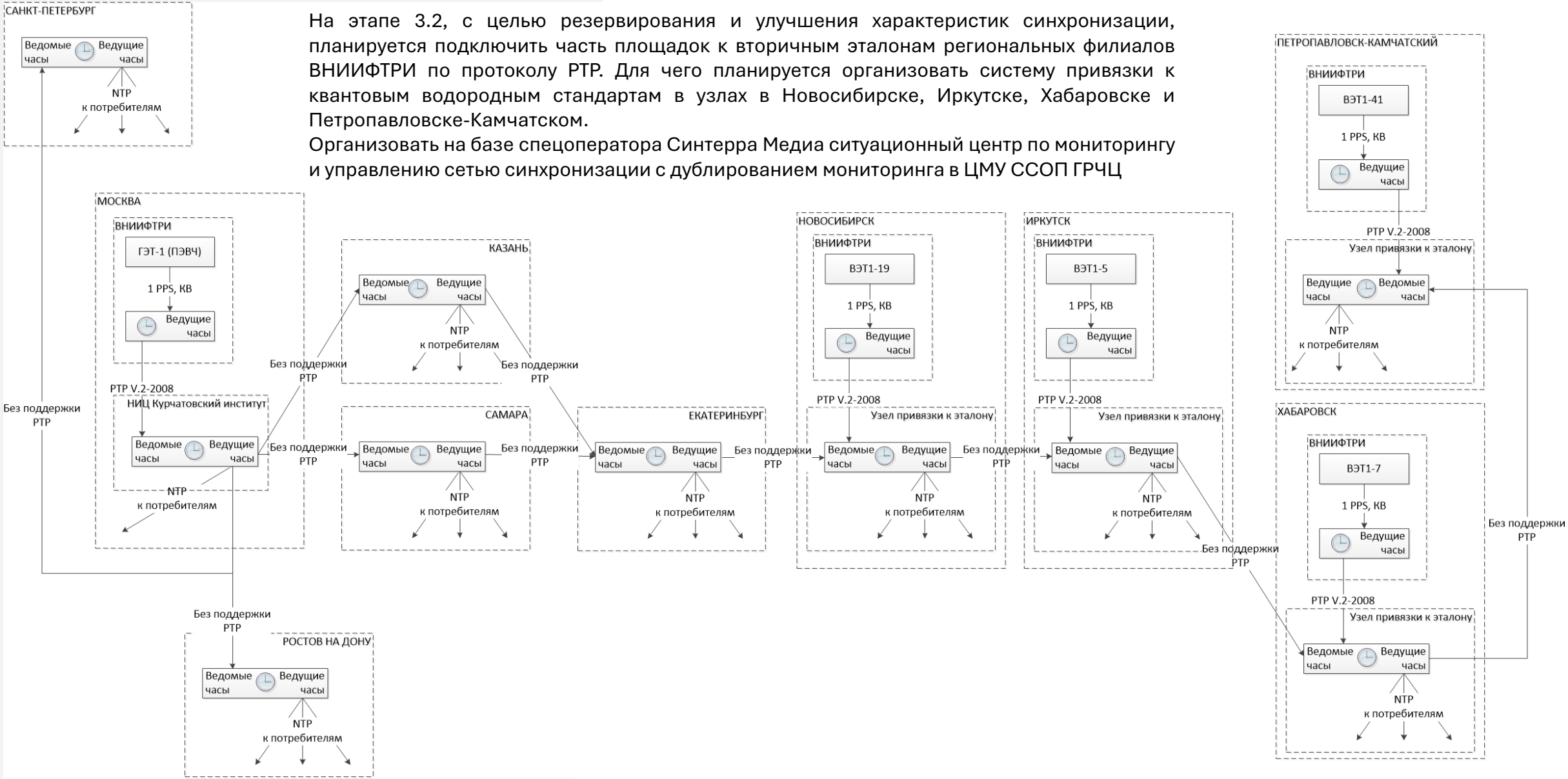
На этапе 3.1 планируется провести пилотирование данного проекта с двумя участниками: ЦМУ ССОП ФГУП «ГРЧЦ» (РОСКОМНАДЗОР) и АО «Синтерра медиа» (РОСТЕЛКОМ), а затем развернуть сеть распространения сигналов синхронизации по протоколу NTP с привязкой к национальной шкале времени Российской Федерации ГЭТ 1 для нужд ЦМУ ССОП ФГУП «ГРЧЦ» и обеспечения синхронизацией по протоколу NTP потребителей их зоны ответственности (операторы связи, ГИС ФОИВ, субъекты КИИ, провайдеры хостинга и т.д.) с пределами допускаемой абсолютной погрешности не превышающей ± 60 мс для протокола NTP.

Сеть будет состоять из 10 узлов, расположенных на площадках в следующих городах: Москва, Санкт- Петербург, Казань, Самара, Екатеринбург, Ростов-на-Дону, Новосибирск, Иркутск, Хабаровск, Петропавловск-Камчатский .

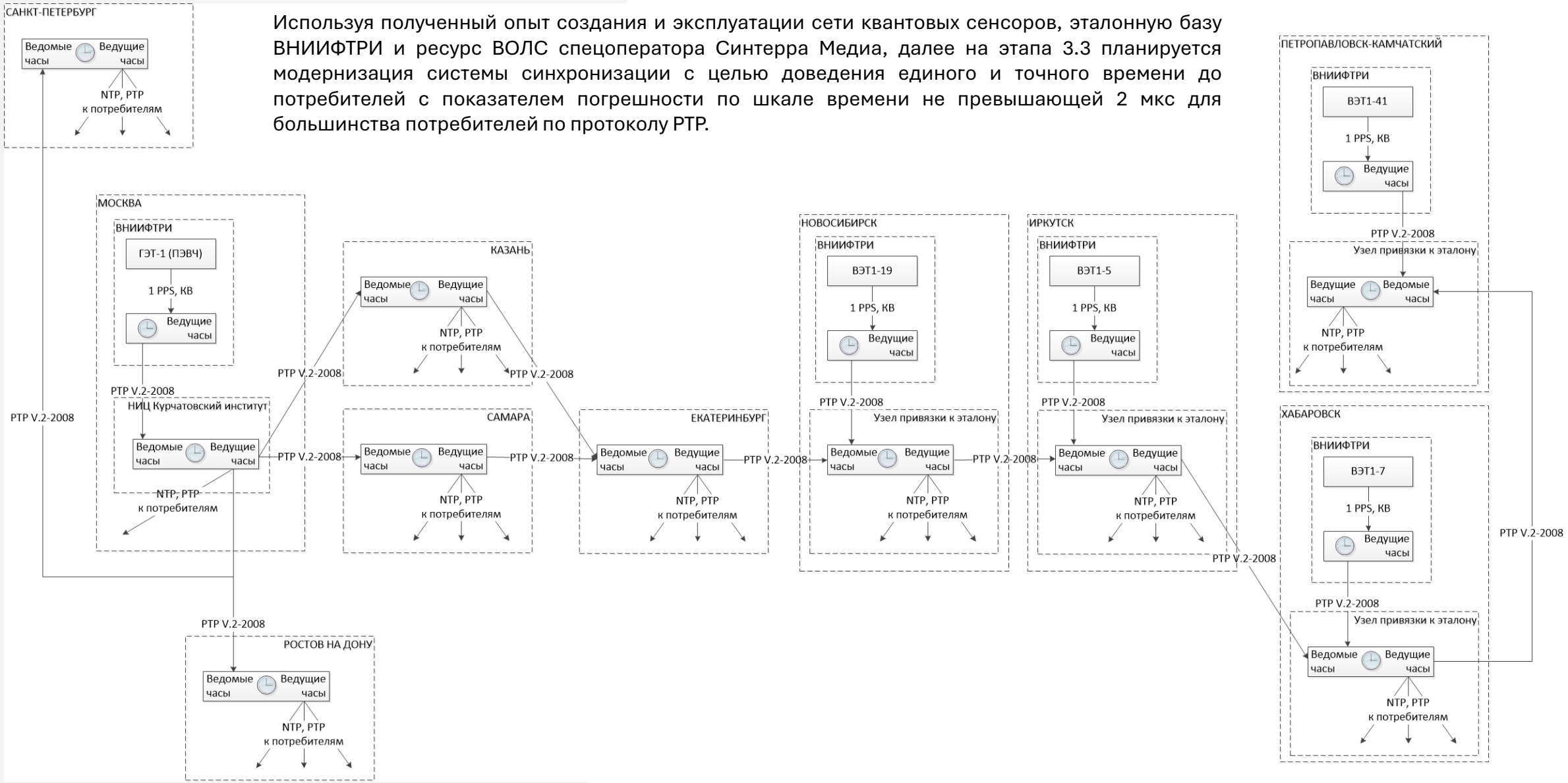


На этапе 3.2, с целью резервирования и улучшения характеристик синхронизации, планируется подключить часть площадок к вторичным эталонам региональных филиалов ВНИИФТРИ по протоколу PTP. Для чего планируется организовать систему привязки к квантовым водородным стандартам в узлах в Новосибирске, Иркутске, Хабаровске и Петропавловске-Камчатском.

Организовать на базе спецоператора Синтерра Медиа ситуационный центр по мониторингу и управлению сетью синхронизации с дублированием мониторинга в ЦМУ ССОП ГРЧЦ

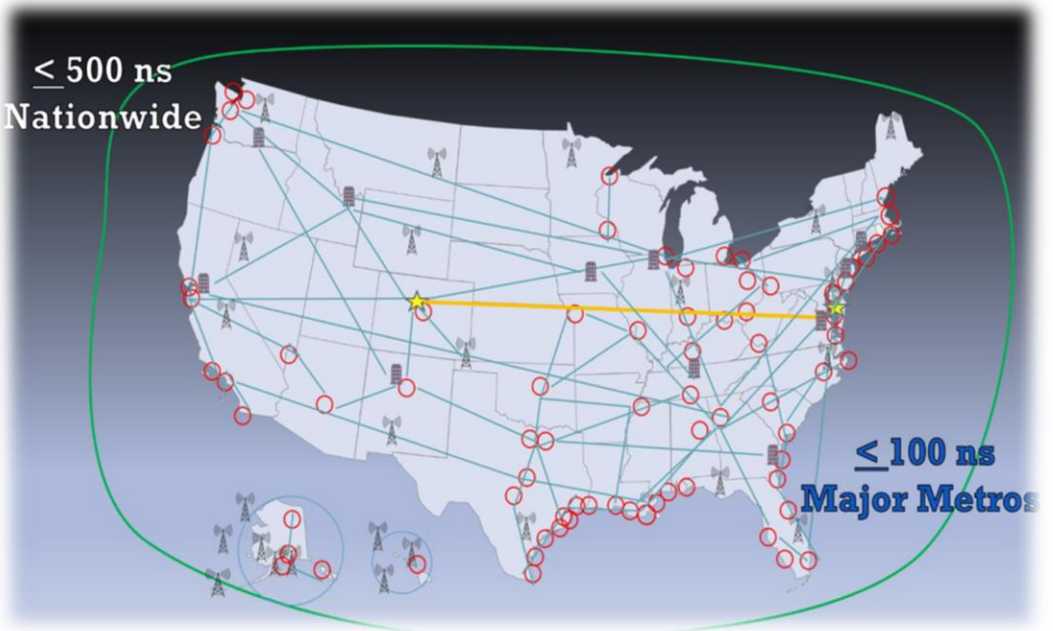


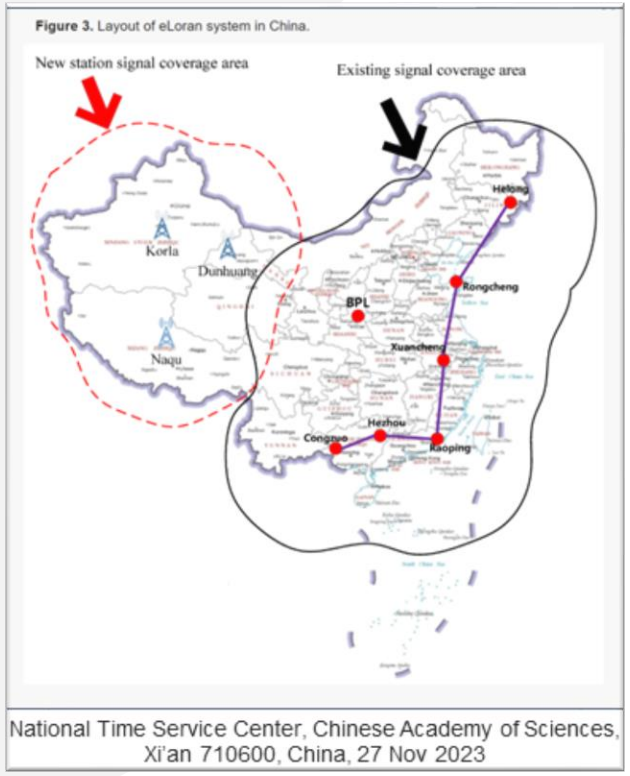
Используя полученный опыт создания и эксплуатации сети квантовых сенсоров, эталонную базу ВНИИФТРИ и ресурс ВОЛС спецоператора Синтерра Медиа, далее на этапа 3.3 планируется модернизация системы синхронизации с целью доведения единого и точного времени до потребителей с показателем погрешности по шкале времени не превышающей 2 мкс для большинства потребителей по протоколу PTP.



Зарубежный опыт

В 2020 году в США начали прорабатывать вопрос организации национальной сети синхронизации устойчивой к различным видам угроз, основываясь, в первую очередь, на ВОЛС, с погрешностью по шкале времени для ключевых потребителей не превышающую 100 нс.





В июне 2023 года, в КНР, начали строительство высокоточной наземной системы синхронизации с погрешностью не более 100 нс по ВОЛС для конечных потребителей, со сроком ввода в эксплуатация в 2026 году