

Министерство образования и науки  
Санкт-Петербургский Государственный Университет  
Математико-механический факультет

# **Служба точного времени на основе GPS/ГЛОНАСС технологий.**

*Сергей Сергеевич Смирнов*

Научный руководитель  
*доцент каф. астрономии СПбГУ, к.ф.-м.н.*  
*Сергей Дмитриевич Петров*

## **Цель проекта:**

Создание «электронной» Службы времени на базе рублидиевых стандартов частоты и времени и GPS/ГЛОНАСС-приёмников.

## **Задачи:**

- Проектирование программно-аппаратного измерительного узла (NTP сервера)
- Сопряжения имеющегося оборудования
- Разработка программного обеспечения
- Поверка, запуск в опытную эксплуатацию и введение в штатный режим работы.

# Задачи службы времени

- Получение (астрономические наблюдения, сигналы GPS)
- Хранение (стандарт частоты и времени)
- Передача ( ЛВС/Internet)

## Распространение точного времени

Радио (ДВ и СВ)	1920 – настоящее время	~1мс
Телевидение	1970 – 2005 гг.	~10 мкс
GPS/ГЛОНАСС	1990 – настоящее время	~10 нс
Internet (NTP/SNTP)	1988 – настоящее время	~10 нс

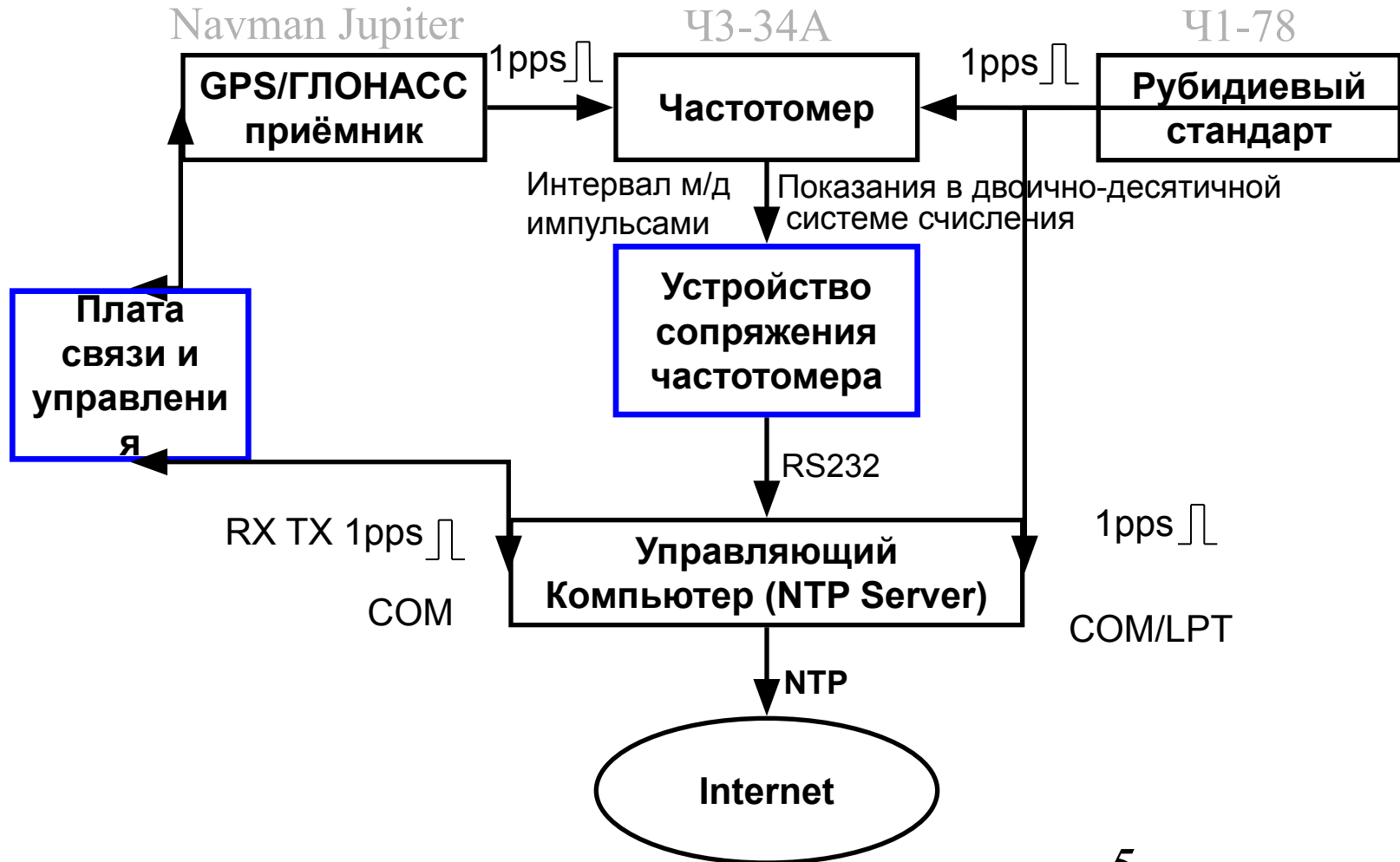
# Расположение узлов измерительного комплекса


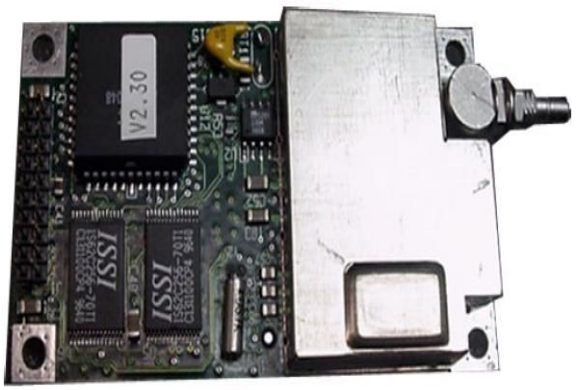
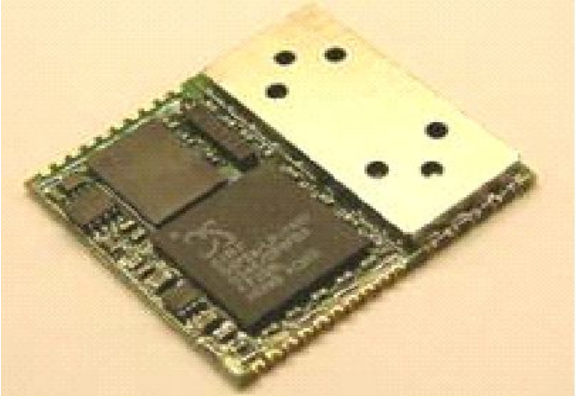


- Служба Времени (Лаборатория астрометрии, В. О.)
- Пулковская обсерватория (ГАО)
- Математико-механический ф-т (ПУНК)

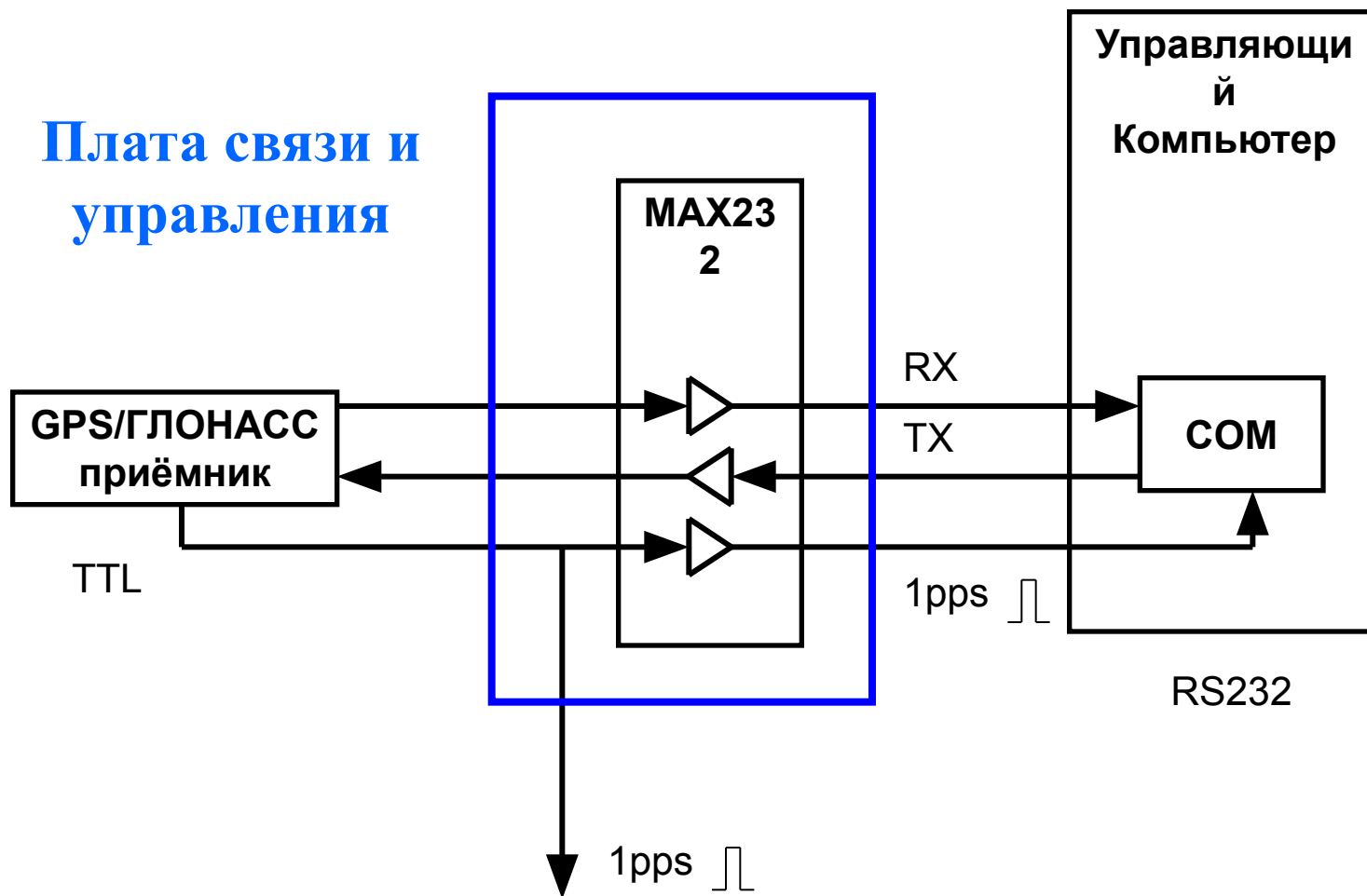
Связь между узлами осуществляется через Internet

# Общая схема программно-аппаратного измерительного узла



Motorola M12+	Navman “Jupiter”	ORCAM21 GPS
		
12 каналов	12 каналов	12 каналов
$\pm 40$ нс	$\pm 40$ нс	$\pm 50$ нс
ПУНК	Пулково, Служба Времени	мобильный GPS хронометр

# Блок-схема платы связи и управления



# Стандарт частоты и времени Ч1-78

Среднеквадратическая вариация хода часов за сутки не более 0.3 мкс (паспортная величина)



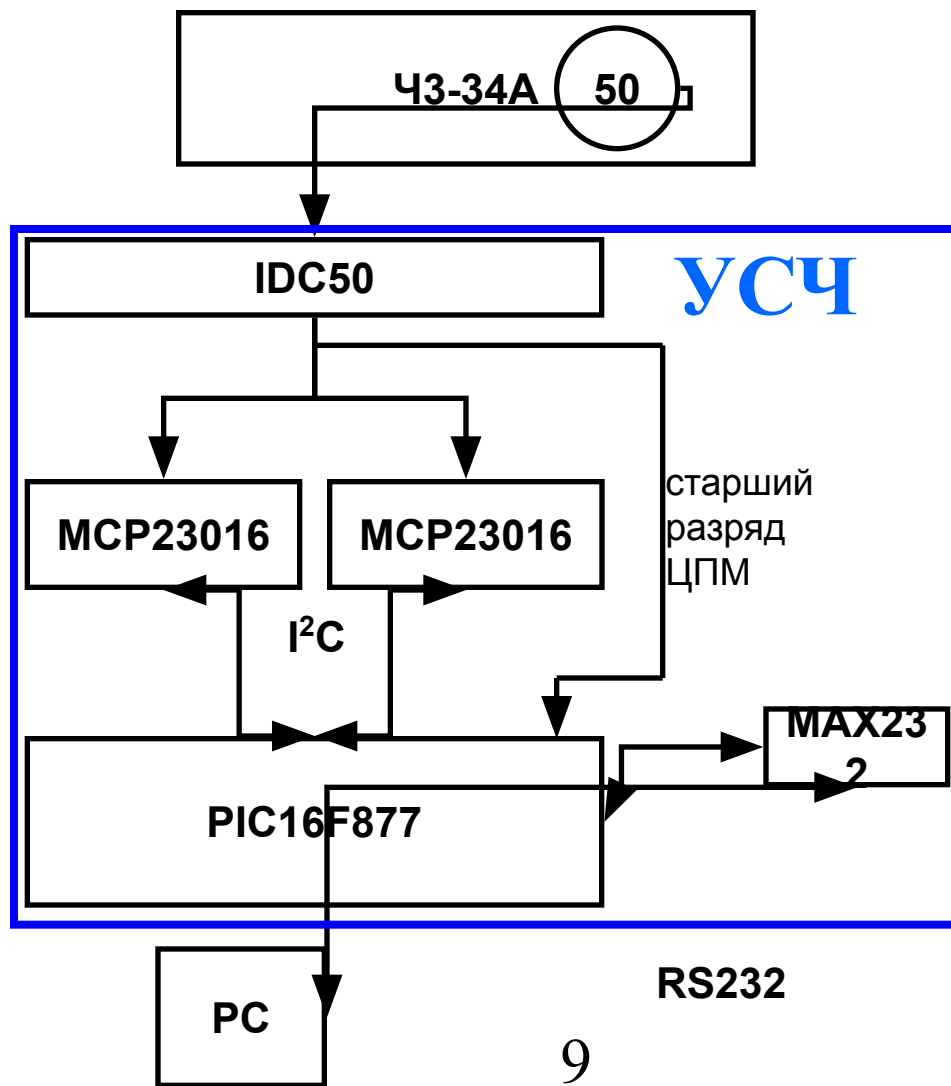
# Частотомер электронно-счётный Ч3-34А

Погрешность измерений интервалов времени 10 нс (паспортная величина)

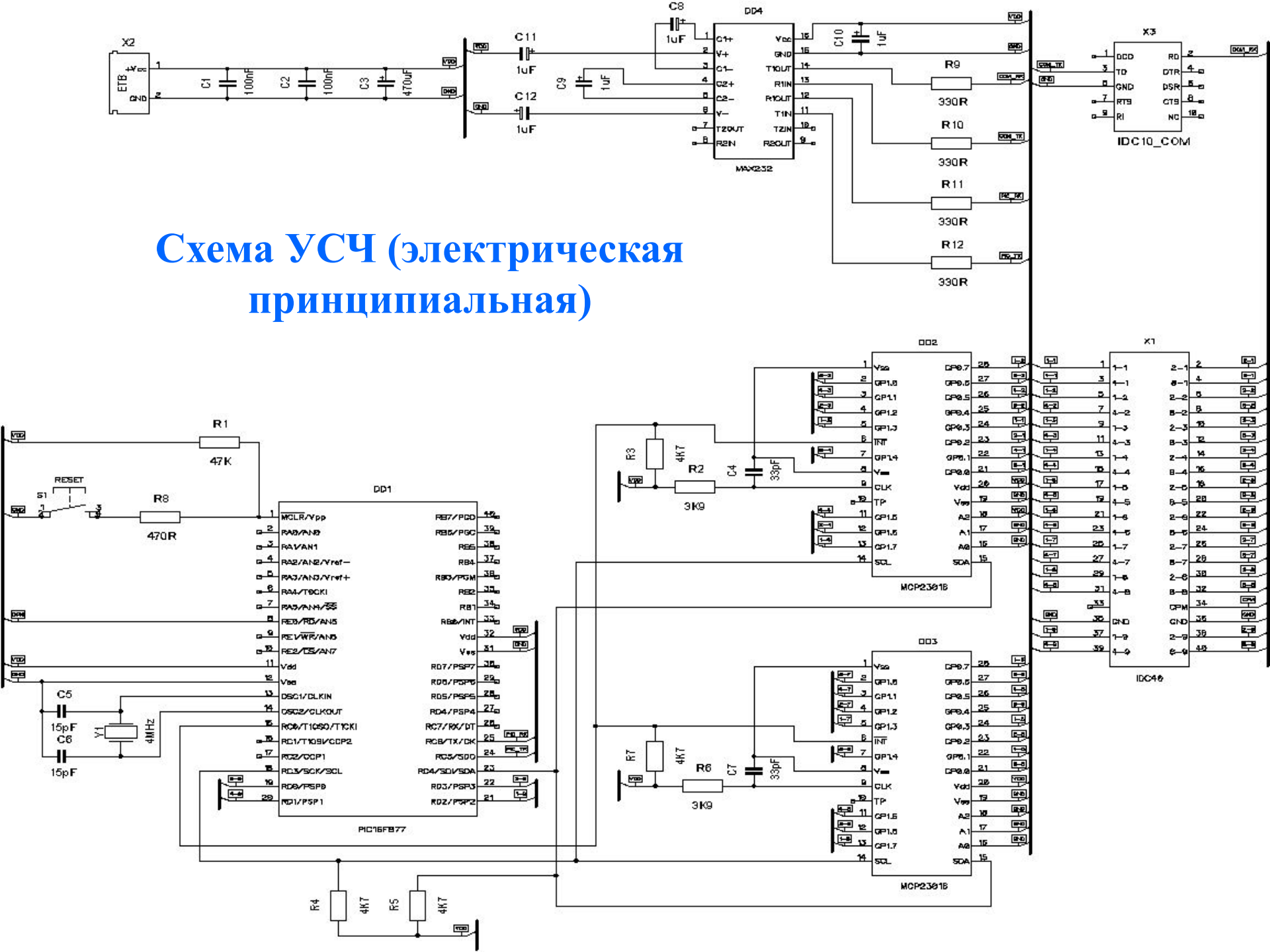




# Блок-схема устройства сопряжения частотомера с персональным компьютером



# Схема УСЧ (электрическая принципиальная)



# NTP - Network Time Protocol

## (Сетевой протокол времени)

Целью протокола является обеспечение максимально возможной точности и надежности, несмотря на значительный разброс задержек при прохождении через большое число промежуточных маршрутизаторов

Протокол описывает серверы с их уровнями и механизмы взаимодействия. (RFC1305) [www.ntp.org](http://www.ntp.org)

Серверы 1 уровня – синхронизированы с эталонными шкалами (атомные часы или GPS приёмники). Всего в мире ~150, в России 4.

Серверы 2 уровня – синхронизированы с серверами первого или второго уровня, имеют более низкую точность по сравнению с серверами первого уровня. Всего в мире >200, в России 6.

# Текущие достижения

- **Устройства:**
  - сопряжения ПК с частотомером ЧЗ-34А;
  - связи и управления с GPS-приемником Navman Jupiter 5V;
  - связи и управления с GPS-приемником Motorola M12+;
- **Программное обеспечение:**
  - Разработано встроенное программное обеспечение устройства сопряжения частотомера с персональным компьютером
  - Настроено программное обеспечение NTP сервера

# Текущие достижения

- Запущен в опытную эксплуатацию на Службе времени один из узлов комплекса, проработан вопрос о размещении двух других узлов для повышения точности работы системы
- В Пулковской обсерватории идет сбор данных о поправках между шкалами времени GPS/ГЛОНАСС и местных водородных стандартов
- Определён линейный ход рубидиевого стандарта после замены на нём кварцевого генератора (относительный ход составил 5,48 мкс/сутки, что является удовлетворительной величиной)
- Руководство IT отдела СПбГУ обратилось с просьбой о снабжении внутренней локальной сети университете шкалой точного времени

# Исследование хода рубидиевого

Ход стандарта частоты и времени

