

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»**

(ФГУП «ВНИИФТРИ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ А.Н. Щипунов

_____ 06 _____ 2018 г.



**Устройства синхронизации времени
ТОРАЗ МЕТРОНОМ PTS**

**Методика поверки
ПЛСТ.411146.401 МП**

р.п. Менделеево

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Операции поверки.....	3
3. Средства поверки.....	4
4. Требования к квалификации поверителей	5
5. Требования безопасности.....	5
6. Условия поверки.....	5
7. Подготовка к поверке.....	5
8. Проведение поверки.....	5
9. Оформление результатов поверки.....	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической проверок устройств синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS (далее – TOPAZ), изготавливаемых ООО «ПиЭлСи Технолоджи», г. Москва, при выпуске, в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Допускается проведение поверки в сокращённом объеме в соответствии с заявлением владельца СИ с обязательным указанием в свидетельстве информации об объёме поверки.

Интервал между поверками– 5 (пять) лет.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение абсолютного смещения формируемой шкалы времени (ШВ) относительно национальной шкалы координированного времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS	8.3	да	да
4 Определение абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP	8.4	да	нет
5 Определение абсолютной погрешности формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу RTP	8.5	да	нет
6 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ в автономном режиме за сутки	8.6	да	да
7 Идентификация программного обеспечения (ПО)	8.7	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 TOPAZ бракуется и отправляется в ремонт.

2.3 Поверку допускается проводить в тех диапазонах (по тем измерениям), которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. При этом, соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Номер пункта методики поверки
	диапазон измерений	погрешность		
1 Приемник сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS	Номинальное значение частоты 1 Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации формируемой ШВ со ШВ UTC(SU) (при доверительной вероятности 0,95 в режиме работы на твердой точке) ± 50 нс	Изделие ПС-161 ТСЮИ.461531.014	7.3 - 7.6
2 Частотомер универсальный	Диапазон измеряемых интервалов времени от 5 нс до 10^6 с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени $\pm 0,62$ нс (для интервалов времени не более 100 мкс)	CNT-90	7.3 - 7.6
3 Устройство синхронизации частоты и времени	Номинальные значения частоты 1 Гц и 10 МГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования ШВ относительно ШВ UTC(SU) ± 1 мкс.	Метроном-300	7.4 7,5
4 Нагрузочные сопротивления	$(50 \pm 0,3)$ Ом		Вспомогательное средство	7.3 – 7.6

3.2 Допускается использование других эталонов и средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого ТОРАЗ с требуемой точностью.

3.3 Применяемые эталоны должны быть аттестованы, средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя в области радиочастотных измерений и квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей с правом работы с электроустановками напряжением до 1000 В.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ 12.2.091-2012.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение питания (220±22) В;
- частота сети питания (50±1) Гц.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Подготовить ТОРАЗ к работе в соответствии с руководством по эксплуатации, средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.2 Перед поверкой ТОРАЗ выдержать в условиях, указанных в п. 6.1, не менее двух часов.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре проверить соответствие ТОРАЗ следующим требованиям:

- соответствие комплектности ТОРАЗ паспорту;
- сохранность пломб;
- чистоту и исправность соединителей;
- отсутствие внешних механических повреждений корпуса, мешающих работе с прибором, и ослабления элементов конструкции;
- сохранность органов управления.

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия п. 8.1.1, в противном случае ТОРАЗ бракуют.

8.2 Опробование

8.2.1 ТОРАЗ включить в сеть в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 2 руководства по эксплуатации ПЛСТ.411146.401 РЭ.

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если по истечении не более 30 минут световые индикаторы «PPS» светится и «PPS GNSS» мигает зеленым цветом, что означает: приемная антенна глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) подключена, навигационные данные принимаются, внутренний опорный источник частоты синхронизирован, в противном случае ТОРАЗ бракуют.

8.3 Определение абсолютного смещения формируемой ШВ относительно национальной шкалы координированного времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

8.3.1 Смещения формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определить с помощью изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 и частотомера универсального CNT-90.

8.3.2 Схема для определения смещений формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) приведена на рисунке 1.

Примечание - Кабели, подключаемые к входам «А» и «В» частотомера, должны быть одинаковыми.



Рисунок 1 – Схема для определения смещений формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

8.3.3 На вход «В» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от ТОРАZ, на вход «А» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014. Частотомер универсальный CNT-90 установить в режиме измерений интервалов времени.

8.3.4 Настроить входы «А» и «В» частотомера в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- импульсный сигнал;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень напряжения точки привязки по переднему фронту 1,0 В.

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц ТОРАZ и изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 (смещений формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS).

8.3.5 Оценить среднее арифметическое значение \bar{T} измеряемого интервала времени по формуле (1):

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_i \quad (1)$$

где T_i – i – й результат измерений;
 n – количество результатов измерений.

Вычислить среднее квадратическое отклонение результатов измерений по формуле (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Вычислить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического по формуле (3):

$$S_{\bar{T}} = \frac{\bar{T}}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Рассчитать доверительные границы случайной погрешности по формуле (4):

$$\varepsilon = t S_{\bar{T}} \quad (4)$$

где t – коэффициент Стьюдента равный 2,042 при $(n-1) \geq 30$ и доверительной вероятности 95 %.

8.3.6 Оценить доверительные границы неисключенной систематической погрешности (НСП) по формуле (5):

$$\theta_{\Sigma} = \pm k \cdot \sqrt{\sum_i^4 \theta_i^2} \quad (5)$$

где $k = 1,1$ при количестве составляющих НСП не менее 3 и доверительной вероятности 95 %

θ_1 – пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации формируемой ШВ изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 со ШВ UTC(SU) (при доверительной вероятности 0,95 в режиме работы на твердой точке) ± 50 нс

θ_2 – пределы допускаемой погрешности измерения интервалов времени при использовании частотомера универсального CNT-90 $\pm 0,62$ нс.

θ_3 и θ_4 – пределы допускаемой погрешности при измерении задержки сигнала в кабелях, подключаемых к частотомеру универсальному CNT-90 $\pm 0,62$ нс.

8.3.7 Оценить доверительные границы погрешности по формуле (6):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma} \quad (6)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности (см. ниже формулу 10);

S_{Σ} – суммарное среднее квадратическое отклонение, вычислить по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{\bar{T}}^2} \quad (7)$$

где S_{θ} – среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности, вычислить по формулам (8) и (9):

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\bar{T}} + S_{\theta}} \quad (9)$$

Максимальное смещение формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определить по формуле (10):

$$\Delta T_{max} = \pm (|\bar{T}| + \Delta) \quad (10)$$

8.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS находятся в пределах ± 200 нс. В противном случае ТОРАЗ бракуют.

8.4 Определение абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP

8.4.1 Определение смещений формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP произвести по схеме, приведенной на рисунке 2.

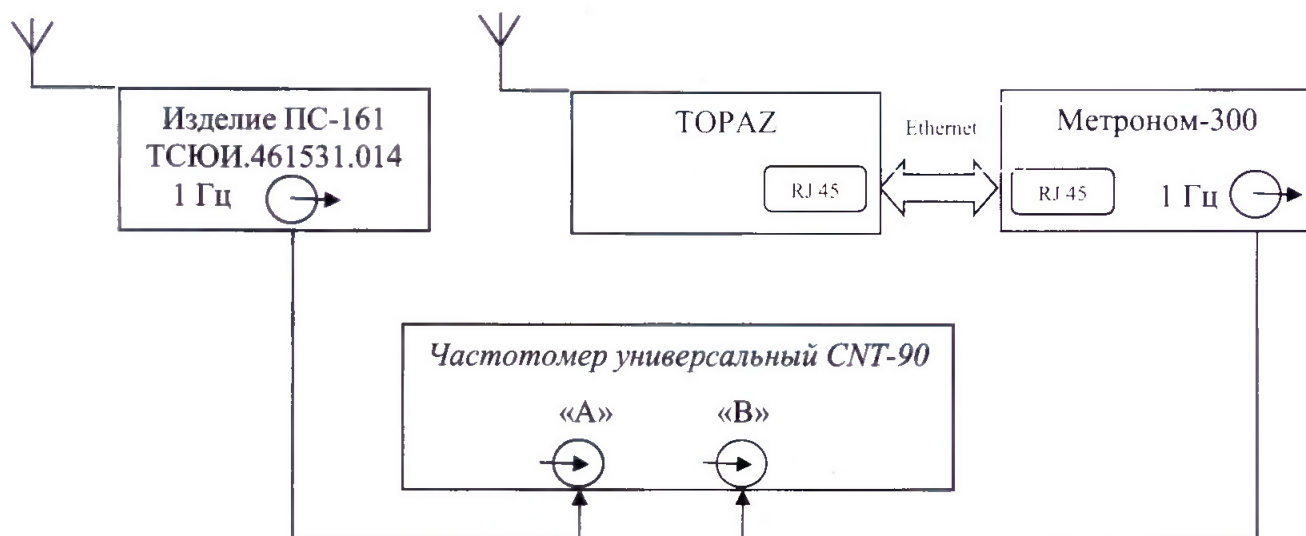


Рисунок 2 – Схема для определения смещений формируемой ШВ ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP

8.4.2 Подготовить ТОРАZ для работы в режиме NTP сервера уровня stratum I.

8.4.3 Подготовить изделие ПС-161 ТСЮИ.461531.014 и устройство синхронизации частоты и времени Метроном-300 в соответствии с их руководством по эксплуатации. Метроном-300 настроить для работы в режиме NTP сервера уровня stratum II (синхронизированного по протоколу NTP от ТОРАZ через интерфейс Ethernet)

8.4.4 Подключить UTP кабель категории не ниже 5 к разъемам RJ45 ТОРАZ и Метроном-300. Дождаться устойчивой синхронизации по протоколу NTP.

8.4.5 На вход «В» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от Метроном-300, на вход «А» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014. Частотомер универсальный CNT-90 установить в режиме измерений интервалов времени.

8.4.6 Настроить входы «А» и «В» частотомера в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- импульсный сигнал;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень напряжения точки привязки по переднему фронту 1,0 В.

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц Метроном-300 и изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014 (так как Метроном-300 формирует собственную ШВ на основе NTP-протоколов от ТОРАZ, то по факту это погрешность передачи ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP ТОРАZ).

8.4.7 Максимальное смещение формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP рассчитать по формулам (1) - (10), добавив в формуле (5) Θ_5 – пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации шкалы времени выходного сигнала 1 Гц к шкале времени UTC(SU) ± 1 мкс.

8.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютного смещения формируемой ШВ относительно ШВ UTC(SU) на выходе интерфейса Ethernet по протоколу NTP находятся в пределах ± 100 мкс. В противном случае ТОРАZ бракуют.

8.5 Определение абсолютной погрешности формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу PTP

Погрешность формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу PTP провести по схеме, приведенной на рисунке 3.

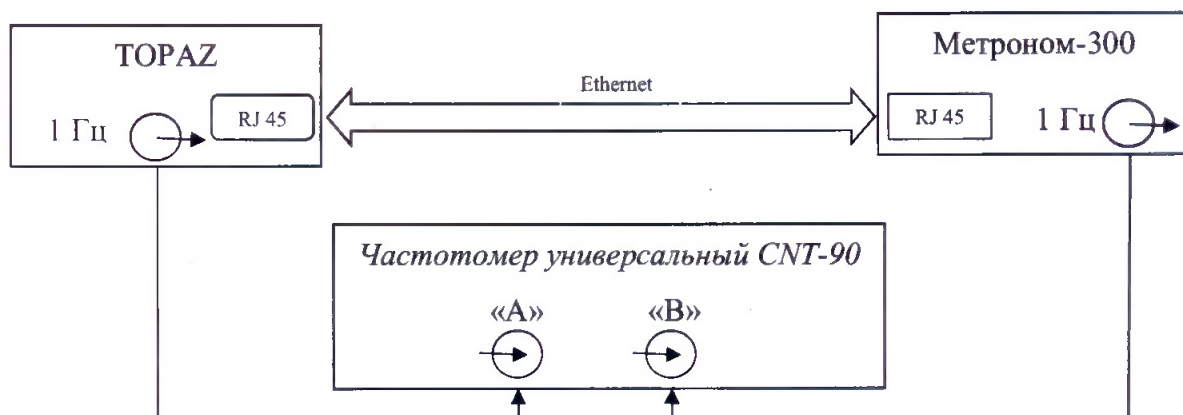


Рисунок 3 – Схема для определения абсолютной погрешности формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу PTP

8.5.1 Подготовить ТОРАZ для работы в режиме PTP сервера уровня master.

8.5.2 Подготовить устройство синхронизации частоты и времени Метроном-300 в соответствии с его руководством по эксплуатации. Метроном-300 настроить для работы в режиме slave PTP протокола (синхронизированного по PTP протоколам от ТОРАZ через интерфейс Ethernet)

8.5.3 Подключить UTP кабель категории не ниже 5 к разъемам RJ45 ТОРАZ и Метроном-300. Дождаться устойчивой синхронизации по протоколу PTP.

8.5.4 На вход «В» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от Метроном-300, на вход «А» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от ТОРАZ. Частотомер универсальный CNT-90 установить в режиме измерений интервалов времени.

Рекомендуется использовать кабель, подключаемый к входу «В» частотомера универсального, имеющий задержку прохождения сигнала на 250 нс больше, чем у кабеля, подключаемого к входу «А» частотомера универсального. Данную разницу задержек необходимо вычитать из полученного результата измерений для дальнейшей обработки. В случае одинаковых кабелей, необходимо учитывать переход к последующему импульсу 1 Гц и из полученного результата вычитать 1 с.

8.5.5 Настроить входы «А» и «В» частотомера в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- импульсный сигнал;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень напряжения точки привязки по переднему фронту 1,0 В.

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц Метроном-300 и ТОРАZ.

8.5.6 Абсолютную погрешность формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу PTP рассчитать по формулам (1) - (10), используя в формуле (5) $\theta_2, \theta_3, \theta_4$.

8.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности формирования ШВ на выходе интерфейса Ethernet по протоколу PTP находятся в пределах ± 250 нс.

8.6 Определение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ в автономном режиме за сутки

Абсолютную погрешность хранения формируемой ШВ в автономном режиме за сутки определить с помощью изделия ПС-161 ТСЮИ.461531.014, работающего в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS, и частотомера универсального CNT-90 по схеме, приведенной на рисунке 1.

8.6.1 Перевести ТОРАЗ в режим автономного хранения, отключив антенну.

8.6.2 По истечении 1 суток повторить измерения в соответствии с п. 8.3.5 и аналогично формуле (1) рассчитать \bar{T}_1 .

Значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ в автономном режиме за сутки определить по формуле (11):

$$\Delta T = \bar{T}_1 - \bar{T} \quad (11)$$

8.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности хранения формируемой ШВ в автономном режиме за сутки находятся в пределах ± 20 мс. В противном случае ТОРАЗ бракуют.

8.7 Идентификация программного обеспечения

8.7.1 Собрать схему согласно рисунку 4.

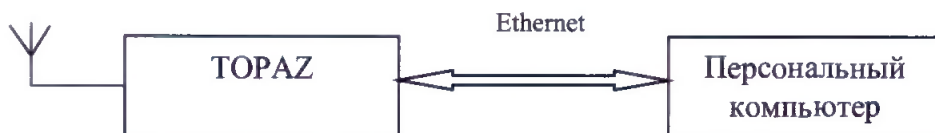


Рисунок 4 – Схема для идентификации программного обеспечения.

8.7.2 Подключиться к ТОРАЗ через интерфейс Ethernet в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.7.3 Во вкладке «Главная» зафиксировать идентификационные данные программного обеспечения.

8.7.4 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные соответствуют данным, представленным в таблице 3. В противном случае ТОРАЗ бракуют.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ТОРАЗ PTS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже Version 1.3

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки на ТОРАЗ выдается свидетельство о поверке установленной формы и (или) оформляется запись в соответствующем разделе паспорта.

9.3 На обратной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки на поверяемое ТОРАЗ выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник отдела № 71 ГМЦ ГСВЧ (НИО-7)
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер I категории лаборатории № 714
ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.Б. Норец

С.А. Семенов