



СЛИЧЕНИЕ ШКАЛ ВРЕМЕНИ NTP-СЕРВЕРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТИ INTERNET

Р.Н. Парог, инженер ННЦ "Институт метрологии", г. Харьков



Рассматриваются неопределенность синхронизации шкалы времени потребителя со шкалой времени NTP-сервера, а также возможность сличений государственных эталонов времени с использованием NTP-протокола синхронизации и формирование в результате таких сличений строк в SMS-базе KCDB VIPM.

This report describes the uncertainty of the consumer's time scale synchronization with the NTP-server time scale and the possibility of comparisons of state time standards with application of the NTP Protocol synchronization and formation of lines in the KCDB VIPM SMS database in the result of comparisons.

В Украинском метрологическом центре (УМЦ) Государственной службы единого времени и эталонных частот Украины (ГСВЧ), ННЦ "Институт метрологии", начиная с 01.06.2013 г., проводятся регулярные сличения NTP-серверов национальных служб времени стран-членов СОО-МЕТ. Результатом сличений являются обеспечение реальной неопределенности измерений времени потребителем с использованием NTP-серверов и формирование участниками сличений соответствующих строк СМС в базе данных KCDB VIPM.

Сличения проводятся на постоянной основе по теме СООМЕТ 605/RU/13 с публикацией текущих

результатов на сайте ТК, что в дальнейшем позволит выявлять влияние сети Internet на неопределенность синхронизации шкал времени потребителей при использовании NTP-серверов времени.

Для проведения сличений в УМЦ были созданы компьютер пункта контроля (дополнительный сервер времени), который работает непрерывно, и управляющее программное обеспечение. Дополнительный сервер работает на базе операционной системы Linux, в качестве источника времени использует основной NTP-сервер УМЦ, выполняя при этом роль резервного NTP-сервера УМЦ ГСВЧ.

Сличения проводятся круглосуточно, с интервалом 20 мин, со следующими NTP-серверами точного времени:

- laikas.pfl.lt (расположен в Литве);
- laikas2.pfl.lt (расположен в Литве);
- kyivtime.org (г. Киев, сервер ГП "Укрметр-тестстандарт");
- ntp.time.in.ua (г. Киев);
- четырьмя серверами, расположенными в п. Менделеево Московской обл., на территории ФГУП "ВНИИФТРИ".

Для синхронизации системного времени компьютера пункта контроля с NTP-серверами точного времени используется программа-демон ntpd, реализующая возможности NTP-протокола.

Принцип определения расхождения шкал времени контролируемых NTP-серверов в месте расположения пункта контроля от UTC заключается в следующем:

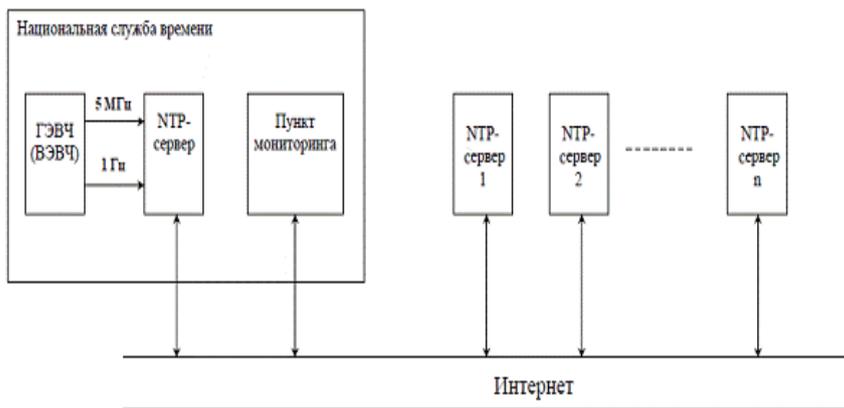


Рис. 1. Структурная схема проведения сличений

1) системное время компьютера пункта контроля синхронизируется от собственного NTP-сервера, работающего от сигналов национального эталона, реализующего UTC;

2) средствами ntpd регистрируются значения расхождения шкал времени контролируемых NTP-серверов относительно шкалы системного времени компьютера пункта мониторинга;

3) с помощью специального программного обеспечения в реальном масштабе времени рассчитывается неопределенность измеренных расхождений шкал времени.

Структурная схема проведения сличений показана на рис. 1. Обработку результатов, полученных участниками данных измерений, и оценивание результатов сличений проводит ФГУП «ВНИИФТРИ».

Протокол NTP создан с целью определения трех величин: смещения часов (clock offset), RTT и дисперсии, все они вычисляются по отношению к выбранным эталонным часам [1]. Смещение часов определяет поправку, которую необходимо внести в показания местных часов, чтобы результат совпал с показанием эталонных часов. Дисперсия характеризует максимальную ошибку локальных часов по отношению к эталонным.

В протоколе NTP нет средств для нахождения партнера или управления. Целостность данных обеспечивается с помощью IP и UDP контрольных сумм. Система может работать в симметричном режиме, когда сервер и клиент неразличимы, и в режиме клиент-сервер, где сервер выполняет только то, что требует клиент. Используется только один формат сообщений NTP. В рамках модели необходимо определить минимально возможную частоту коррекций часов, обеспечивающую требуемую временную точность.

Пт. Амп. 19 21:00:01 MSK 2013

remote	refid	st	t	when	poll	reach	delay	offset	jitter
*89.109.251.21	.PPS.	1	u	26	64	377	0.348	-0.458	0.117
+89.109.251.22	.PPS.	1	u	25	64	377	0.343	-0.458	0.094
+89.109.251.23	.PPS.	1	u	23	64	377	0.364	-0.463	0.116
+89.109.251.24	.PPS.	1	u	27	64	377	0.568	-0.427	0.064
+ntp.ix.ru	.PPS.	1	u	26	64	377	5.984	-0.247	0.297
-host.212-19-6-2	.PPS.	1	u	22	64	377	115.077	1.257	0.115

Пт. Амп. 19 21:10:01 MSK 2013

remote	refid	st	t	when	poll	reach	delay	offset	jitter
+89.109.251.21	.PPS.	1	u	35	64	377	0.352	-0.100	0.229
+89.109.251.22	.PPS.	1	u	41	64	377	0.348	-0.139	0.205
*89.109.251.23	.PPS.	1	u	33	64	377	0.361	-0.070	0.211
+89.109.251.24	.PPS.	1	u	35	64	377	0.588	-0.049	0.133
+ntp.ix.ru	.PPS.	1	u	40	64	377	6.107	0.009	0.327
-host.212-19-6-2	.PPS.	1	u	33	64	377	115.182	1.461	0.301

Рис. 2. Содержание log-файла результатов сличений NTP-серверов времени

Протокол сетевого времени NTP имеет три составляющие: программное обеспечение NTP, которое называется демон (в операционной системе windows сервис), протокол для обмена показаниями времени между сервером и клиентом и набор алгоритмов, предназначенных для обработки показаний времени с целью подведения системных часов [2].

Метки времени NTP представлены в двоичном дополнительном коде без знака. Имеется два формата: 1) в виде короткой 64-разрядной метки времени, которая представляет время в заголовке пакетов, предназначенных для обмена между клиентами и серверами; 2) в виде длинной 128-разрядной метки даты. В обоих форматах представления старшие разряды служат для счета времени в секундах, начиная от 0 часов 1 января 1900 г., а младшие разряды представляют собой доли секунд [3]. Если в обоих форматах представления значения долей заполнены нулями, то это означает, что системное время не синхронизировано [4].

Демон NTP можно представить в виде нескольких полуавтономных, взаимодействующих между собой последовательных процессов. Это процессы равноправного обмена (peer) и опроса (poll) с соответствующими переменными состояния, которые протекают отдельно, после установления соединения с каждым удаленным сервером и местными опорными часами.

Значения расхождения времени и двусторонней задержки тщательно обрабатывают с помощью алгоритмов и запоминают отдельно для каждого установленного соединения с удаленным сервером. Хотя такое соединение относят к клиент-серверному типу, это по сути симметричный обмен, при котором каждый равноправный партнер может служить для другого либо сервером, либо клиентом. Протокол также позволяет обнаруживать повторные и ложные пакеты передачи данных [5].

Для реализации алгоритма сличений в файле конфигурации ntpd операционной системы Linux управляющего сличениями ПК должны быть прописаны все контролируемые NTP-серверы, а также NTP-сервер, по которому синхронизируется системное время компьютера пункта мониторинга:

```
/etc/ntp.conf;
server ntp1.vniiftri.ru prefer;
server ntp1.niiftri.irkutsk.ru;
server ntp.time.in.ua.
```

Команда “prefer” обеспечивает приоритетную синхронизацию от соответствующего сервера при условии его нормальной работы.

Утилита ntpdc, контролирующая работу ntpd-демона, выводит в log-файл информацию, представленную на рис. 2.

Результаты сличений между серверами УМЦ ГСВЧ, Литвы и ФГУП “ВНИИФТРИ” за два месяца показаны на рис. 3 и 4.



Рис. 3. Результаты сличений между серверами УМЦ ГСВЧ, Литвы и ФГУП “ВНИИФТРИ” за май 2014 г.



Рис. 4. Результаты сличений между серверами УМЦ ГСВЧ, Литвы и ФГУП “ВНИИФТРИ” за июнь 2014 г.

По результатам измерений рассчитывается расширенная неопределенность определения разности шкал времени контролируемого и собственного NTP-серверов U , при коэффициенте охвата $k = 2$, в соответствии с формулой

$$U = 2 \cdot \sqrt{u_a^2 + u_b^2},$$

где u_a – стандартная неопределенность, оцененная по типу А, которая определяется как

$$u_a = \sqrt{\sum_{j=1}^m \frac{(M_j - \bar{M})^2}{m \cdot (m-1)}},$$

где $M_j = \Delta T_x - \Delta T_y$ – измеренное значение разности шкал времени контролируемого и собственного NTP-серверов, полученное при j -м измерении; ΔT_x – разность между шкалой системного времени компьютера контрольного пункта и шкалой времени собственного NTP-сервера; ΔT_y – разность между шкалой системного времени компьютера контрольного пункта и шкалой времени контролируемого NTP-сервера; \bar{M} – среднее значение результатов измерений в серии (действительное значение разности шкалы времени контролируемого NTP-сервера и шкалы времени собственного NTP-сервера национальной службы времени),

$$\bar{M} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m M_j;$$

m – количество измерений в серии $m \geq 100$;
 $u_b = \Delta t / \sqrt{3}$ – стандартная неопределенность, оцененная по типу В; Δt – максимальное значение результатов измерений разности между шкалой времени UTC и шкалой времени собственного NTP-сервера.

На данном этапе сличения между NTP-серверами продолжаются. В конечном счете, в процессе сличений будут определены разности шкал времени удаленных NTP-серверов в точках контроля относительно UTC и реальная неопределенность выполняемых измерений для каждой лаборатории, которая принимает участие в сличениях.

Список литературы

1. <http://www.ntp.org>.
2. Савчук А.В. Теоретические основы синхронизации текущего времени в телекоммуникациях / А.В. Савчук, В.Н. Шапошников, И.П. Черняк // Зв'язок. – 2007. – № 3. – С. 5–9.
3. Minar N. A Survey of the NTP Network / MIT Media Lab, Cambridge, MA, USA, December 9, 1999 // <http://www.media.mit.edu/~nelson/>
4. Mills D.L. Computer Network Time Synchronization: The Network Time Protocol / D.L. Mills. – Boca Raton, Fl.: CRC Press, 2006.
5. Миллс Д.Л. Сличение времени в компьютерных сетях. Протокол сетевого времени на земле и в космосе / Д.Л. Миллс. – К., 2011.