

УДК 621.373-187.4; 621.39.072.9

Федорова Н. В., Елиссави Камаль Кхалифа А.*Государственный университет телекоммуникаций, Киев***СПОСОБЫ синхронизации частоты и времени
в мультисервисных макросетях**

Приведена архитектура мультисервисной макросети мобильного оператора и схема сетевой синхронизации. Отмечены актуальные вопросы сетевой синхронизации в мультисервисной макросети. Рассмотрена необходимость в обеспечении сигналами точного времени мультисервисной макросети. Приведены основные методы обеспечения сетевой синхронизацией. Показаны результаты измерений параметров стабильности на участках с использованием Sync-E, протокола прецизионного времени, а также протокола сетевого времени.

Ключевые слова: мультисервисная макросеть, сетевая синхронизация, сигналы точного времени, протокол прецизионного времени, протокол сетевого времени.

Fedorova N. V., Elissawi Kamal Khalifa A. *State University of Telecommunications, Kyiv***METHODS OF SYNCHRONIZATION OF FREQUENCY AND TIME
IN MULTISERVICE MACRONETWORKS**

The article shows the architecture of the multiservice macro network of the mobile operator and the network synchronization scheme. The current trend in the development of the primary network of a multiservice macro network is an increase in the role of network synchronization and this trend will continue in the near future. Moreover, synchronization problems are not limited only to the primary network, but are of great importance in the construction of access networks with the calculation of different technologies and protocols implemented in a multiservice macro network. The topical issues of network synchronization in a multiservice macro network are noted, namely: - synchronization tasks; - a set of normalized parameters and methods for measuring them; - the amount of control of the synchronization parameters. The need to provide accurate time signals for a multiservice macro network is considered.

The main methods for providing network synchronization are given, which include: Sync-E mechanism, functioning at the physical level, independent of the network load and allowing the synchronization signal to be transmitted through the transit devices; PTP channel protocol that provides both frequency and time synchronization, but the stability of the propagated signal depends on the network utilization level, as well as on the distance between network nodes and the number of transitions; NTP protocol that works at the application layer and is widely used, as a rule, for time synchronization in packet networks.

The results of measurements of the stability parameters on the sections using Sync-E, the protocol of precision time, and also the network time protocol are shown.

Keywords: multiservice macro network, network synchronization, time-accurate signals, precision time protocol, network time protocol.

Федорова Н. В., Елиссави Камаль Кхалифа А. *Державний університет телекомунікацій, Київ***СПОСОБИ синхронізації частоти і часу
в мультисервісних макромережах**

Розглянута архітектура мультисервісної макромережі мобільного оператора та схема мережевої синхронізації. Відмічені актуальні питання мережевої синхронізації в мультисервісній макромережі. Розглянуто необхідність в забезпеченні сигналами точного часу мультисервісної макромережі. Наведено основні методи забезпечення мережевої синхронізації. Показані результати вимірювань параметрів стабільності на ділянках з використанням Sync-E, протоколу прецизійного часу, а також протоколу мережевого часу.

Ключові слова: мультисервісна макромережа, мережева синхронізація, сигнали точного часу, протокол прецизійного часу, протокол мережевого часу.

© Федорова Н. В., Елиссави Камаль Кхалифа А., 2018

Введение

Современное состояние развития сетей связи ведет к резкому изменению структуры трафика из-за внедрения сервисов интернет вещей, перенос номеров и сервисов виртуализации, что достаточно повлияет на рынок современных услуг связи. А именно, как следствие, осуществится расширение функций мобильных сетей.

Необходимым условием для обеспечения покрытия мобильной связи и качества предоставляемых сервисов являются вопросы синхронизации транспортных сетей.

Необходимость обеспечения сигналами точного времени очень важна, а именно:

- для обеспечения технологичности функционирования уровня сервисов информационных технологий;

- качество синхронизации влияет на сетевые ресурсы, поскольку напрямую указывает на количество ошибок;

- для учета сетевых ресурсов используется синхронизация всех устройств на сети.

Сегодня, как никогда, на рынке мобильных услуг наблюдается тенденция постоянного увеличения количества пользователей, так, только в третьем квартале 2017 года количество подключений к сети 4G увеличилось на 160 млн., достигнув общемирового показателя в 1,5 млрд. Согласно прогнозам, к 2022 году на планете будет 29 млрд. подключенных устройств, 18 млрд. с которых – это устройства интернет вещей. Это обозначает, что на каждого активного пользователя будет приходиться сразу несколько "умных" вещей. Для их эффективной и надежной работы необходимо будет что-то более, чем высокоскоростная сеть.

Активное эволюционное развитие технологий в ближайшей перспективе приведет к созданию мультисервисных макросетей. На рис. 1 приведена общая архитектура мультисервисной макросети мобильного оператора.

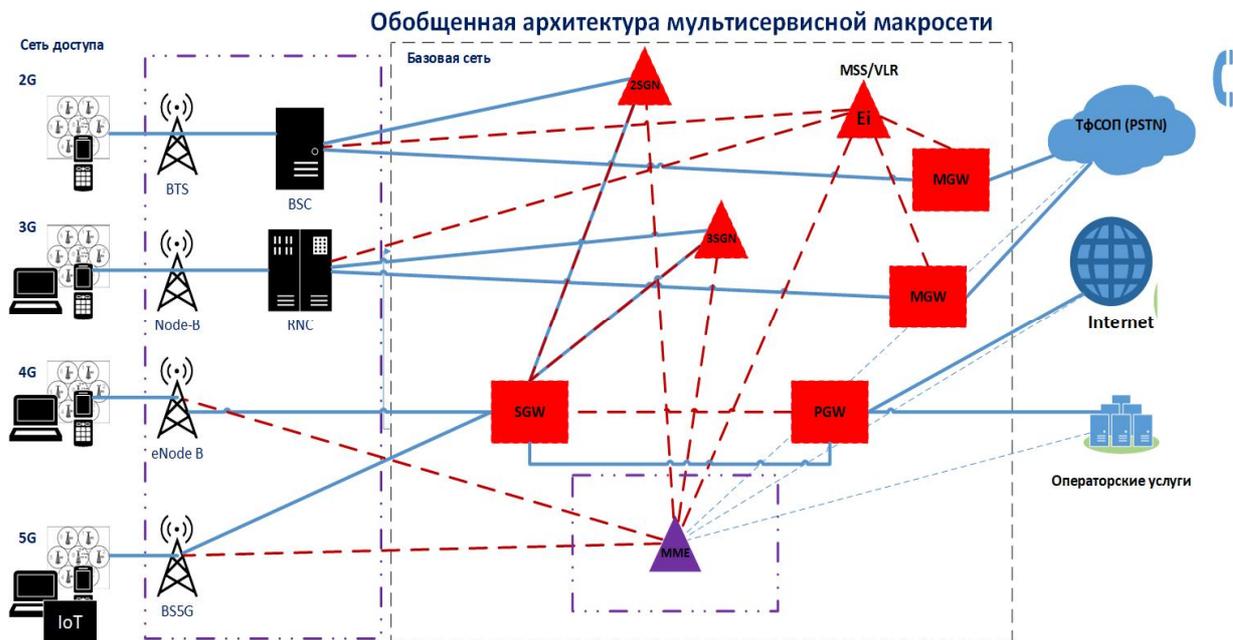


Рис. 1. Архитектура мультисервисной макросети мобильного оператора

2G, 3G, 4G, 5G – технологии мобильных сетей; BTS – базовая станция 2G; NodeB – базовая станция 3G; eNodeB – базовая станция 4G; BS5G – базовая станция 5G; BSC – контроллер сети радиодоступа 2G; RNC – контроллер сети радиодоступа 3G; MSC – телефонная станция; MSS – MSC сервер (управление служебными данными); MGW – медиашлюз (управление абонентскими данными); SGN – компонент системы по реализации всех функций обработки пакетной информации; SGW – шлюз обслуживания; PGW – пакетный шлюз; MME – узел управления сетью.

Целью мультисервисных макросетей будет решение принципиально новых задач. Начнут появляться новые требования и задачи, которые уже сейчас можно определить и обозначить.

Согласно концепции "неразрушимого" перехода от традиционных сетей с коммутацией каналов к сетям с коммутацией пакетов, подобные решения должны позволять частично переводить отдельные сегменты на новые технологии без кардинальных изменений всей сетевой структуры [1, 2].

Современной тенденцией в развитии первичной сети мультисервисной макросети является увеличение роли сетевой синхронизации и эта тенденция сохранится в ближайшем будущем. Более того, проблемы синхронизации не ограничиваются только первичной сетью, а имеют важное значение при построении сетей доступа с расчетом разных технологий и протоколов, реализованных в мультисервисной макросети (рис. 2).

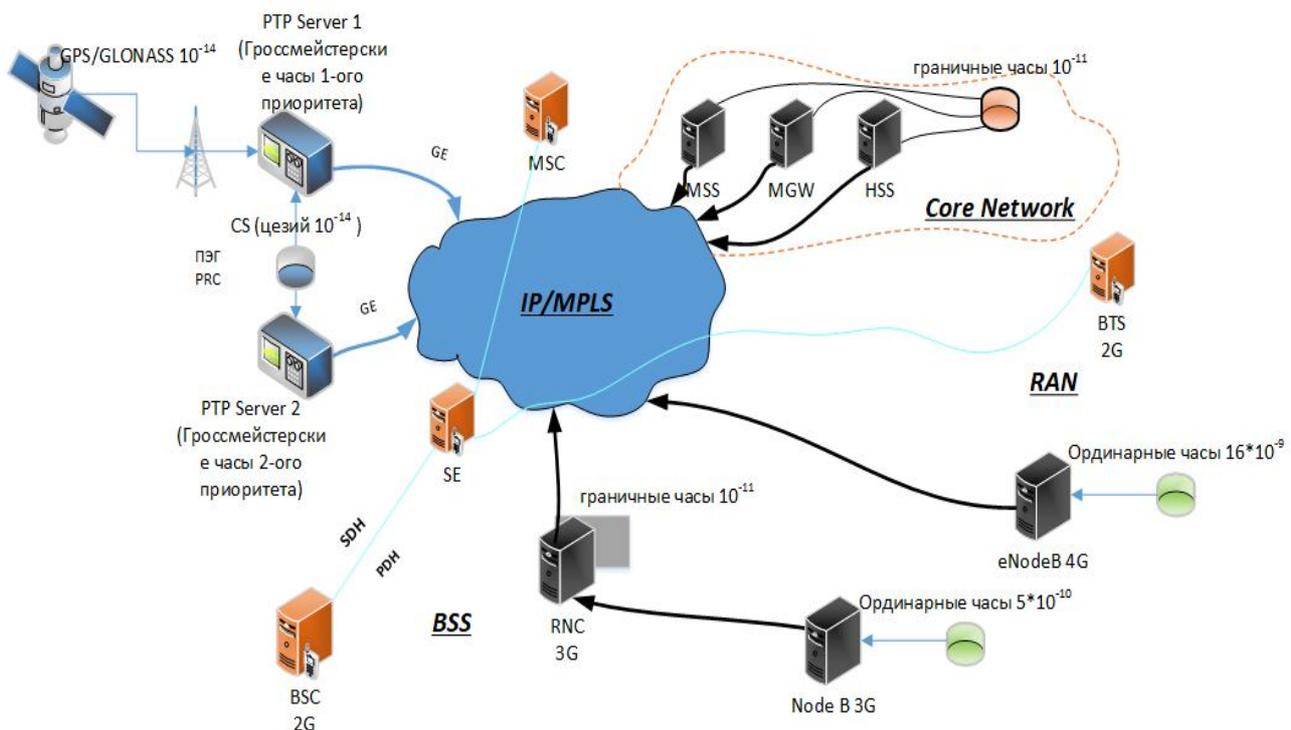


Рис. 2 Сетевая синхронизация в мультисервисной макросети мобильного оператора

При увеличении количества устройств (например, базовых станций мобильной связи), которые подключаются по IP-сети, проблемы синхронизации должны рассматриваться системно. С этим связана некоторая локальная революция в подходе: появление некоторой "критической массы" потребителей сигналов синхронизации в мультисервисной макросети ведет к необходимости рассматривать систему синхронизации как отдельную составную часть системы электросвязи. При дальнейшем увеличении количества цифровых устройств начинает изменяться концепция построения сетевой синхронизации и принципы управления ею. В зависимости от актуальных телекоммуникационных технологий мультисервисной макросети изменяется и содержание следующих требований [3]:

- задач синхронизации: выбора методов синхронизации и способов распространения сигналов в распределительной сети синхронизации;
- набора нормируемых параметров и методов их измерений;
- объемов контроля параметров синхронизации.

К основным методам обеспечения сетевой синхронизацией в мультисервисной макросети относятся [4]:

- функционирующий на физическом уровне механизм Sync-E, независимый от загрузки сети и позволяющий передавать сигнал синхронизации через транзитные устройства. Но механизм Sync-E обеспечивает только частотную синхронизацию. Кроме того, переход на технологию Sync-E предусматривает полную замену сетевого оборудования или его существенное обновление;

- протокол PTP (Precision Time Protocol) работает на канальном уровне передачи данных и обеспечивает как частотную, так и временную синхронизацию, но стабильность распространяемого сигнала зависит от уровня загруженности сети, а также от расстояния между сетевыми узлами и количества переприемов;

- протокол NTP (Network Time Protocol) работает на прикладном уровне и широко используется, как правило, для временной синхронизации в пакетных сетях. Но в ряде решений разных производителей оборудования (например, базовых станций производства Ericsson), протокол NTP может быть использован также и для частотной синхронизации.

На данном этапе также является актуальным вопрос проведения измерений параметров стабильности сигналов синхронизации в мультисервисной макросети мобильного оператора. Также на первый план выходит и функция контроля этих показателей в режиме реального времени.

На сети оператора связи ПрАТ "Киевстар" было реализовано ряд пилотных проектов для синхронизации базовых станций с целью определения оптимального метода синхронизации.

На рис. 3, 4, 5 показаны результаты измерений параметров стабильности на участках Sync-E, PTP, NTP соответственно [5, 6].

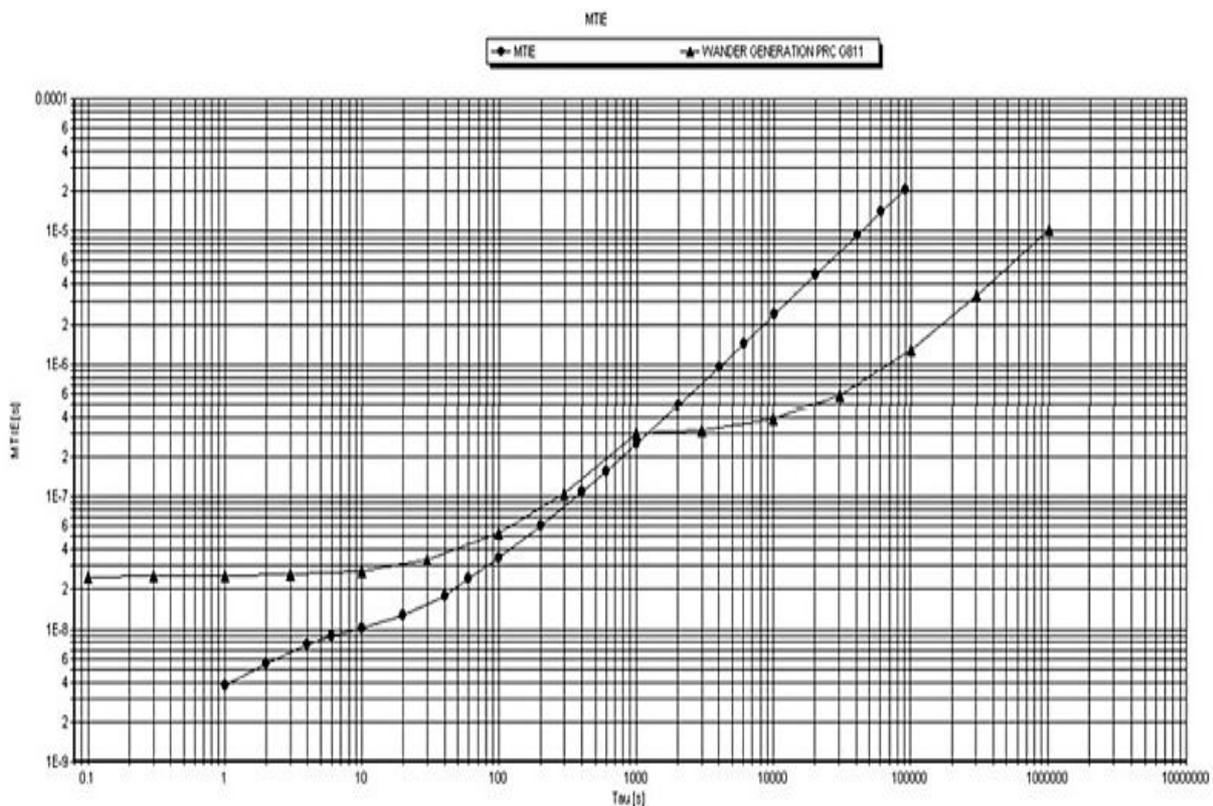


Рис. 3. Измерение параметров стабильности на участке Sync-E

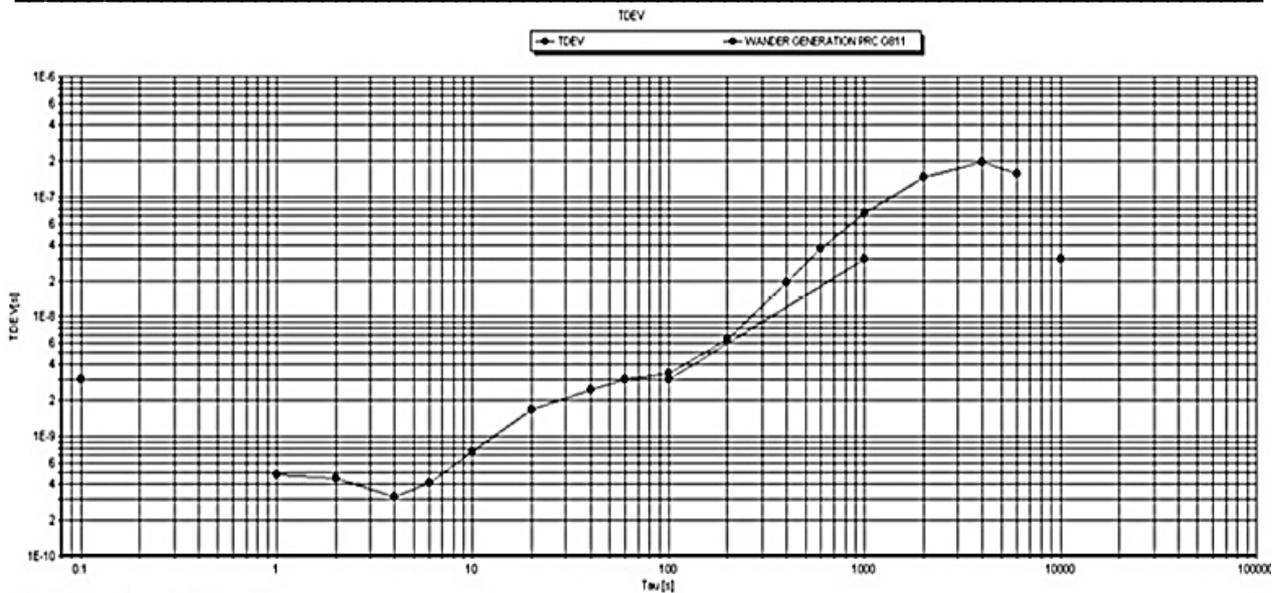


Рис. 4. Измерение параметров стабильности на участке RTP

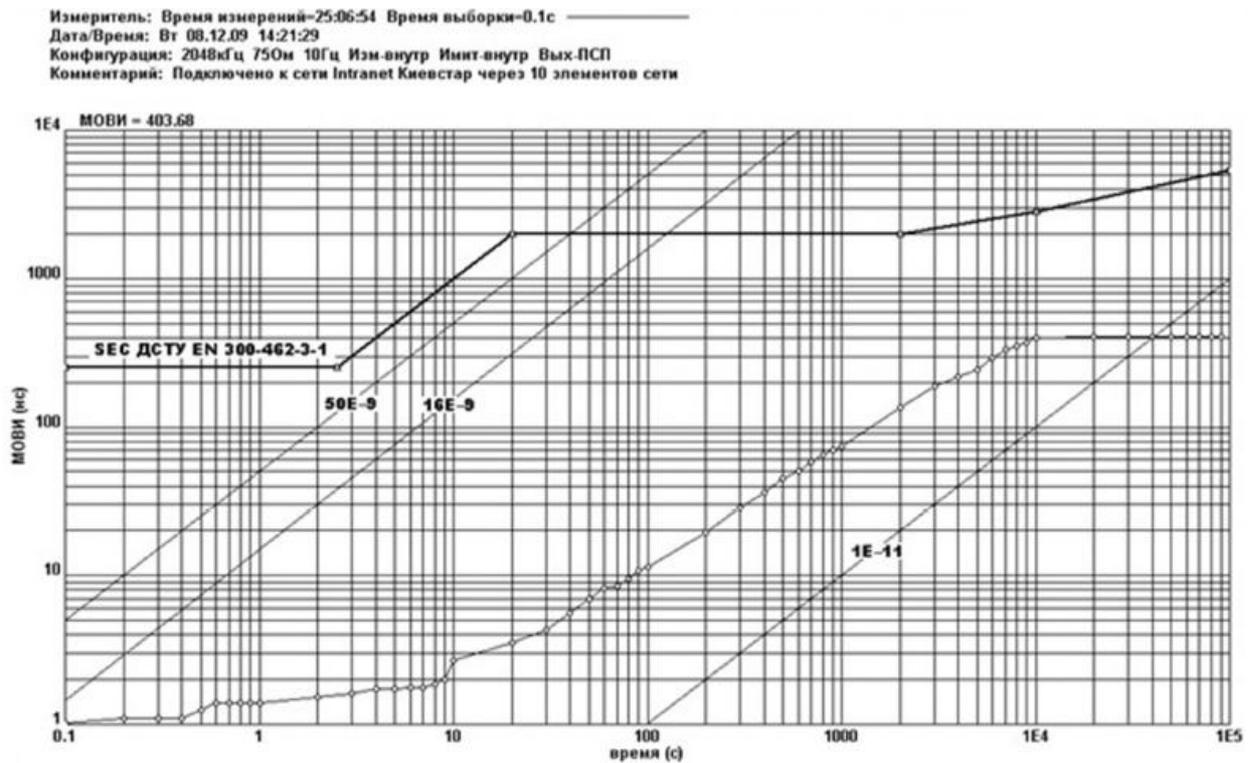


Рис. 5. Измерение параметров стабильности на участке NTP

Выводы

1. Современной тенденцией в развитии первичной сети мультисервисной макросети является увеличение роли сетевой синхронизации и эта тенденция сохранится в ближайшем будущем. Более того, проблемы синхронизации не ограничиваются только первичной сетью, а имеют важное значение при построении сетей доступа с расчетом разных технологий и протоколов, реализованных в мультисервисной макросети.

2. Протокол RTP является на сегодняшний день наиболее оптимальным методом синхронизации в мультисервисной макросети. Протокол RTP обеспечивает как частотную, так и временную синхронизацию при высоком качестве параметров стабильности.

3. Привлекательными сторонами частотно-временного обеспечения сетей связи с использованием RTP являются: удовлетворение потребностей всех существующих служб; простота решения и минимальные затраты; "клиенты" RTP могут быть дополнены серверами NTP, распределяющими сигналы времени по IP адресам от "клиента" RTP до любого компьютера. Технология распределения по протоколу NTP (компьютерная сеть) отработана и заложена в имеющееся оборудование сетей электросвязи.

Список использованной литературы

1. Технологии мобильной связи пятого поколения (5G).
– http://ericsson.com/kz/news/130919_wp_5g_254740124.
2. Терещук С. Когда Украине ждать 4G и 5G связи / Сергей Терещук.
– <https://delo.ua/tech/kogda-ukraine-zdat-4g-i-5g-svjazi-325879#>
3. Миллс Д. Сличение времени в компьютерных сетях: протокол сетевого времени на Земле и в космосе / Д. Миллс. – Київ: WIRCOM, 2011. – 464 с.
4. Савчук А. В. Синхронизация текущего времени: Протокол сетевого времени / А. В. Савчук, В. Н. Шапошников, И. П. Черняк // Зв'язок. – №6. – 2007. – С. 10-15.
5. Вакась В. И. Методы обеспечения синхронизацией базовых станций от разных иерархических уровней сети с коммутацией пакетов / В. И. Вакась, Н. В. Федорова // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – 2012. – Т. 10, №4. – С. 91-96.
6. Вакась В. И. Практическая реализация синхронизации на сетях IP/MPLS / В. И. Вакась, Н. В. Федорова // Зв'язок. – 2013 р. – №1. – С. 23-27.

References

1. "Fifth Generation mobile communication technology (5G)."
– http://ericsson.com/kz/news/130919_wp_5g_254740124.
2. Tereshhuk S. "When to expect the appearance of 4G and 5G communications in Ukraine."
<https://delo.ua/tech/kogda-ukraine-zdat-4g-i-5g-svjazi-325879#>.
3. Mills D. "Comparison of time in computer networks: the protocol of network time on Earth and in space." *Kyiv: WIRCOM* (2011): 464.
4. Savchuk A. V., Shaposhnikov V. N., Chernyak I. P. "Synchronization of the current time: Network time protocol." *Zviatok* 6 (2007): 10-15.
5. Vakas V. I., Fedorova N. V., "Methods of the synchronization of base stations from various hierarchical levels of the packet-switched network." *Visnyk Derzhavnoho universytetu informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii* 10(4) (2012): 91-96.
6. Vakas V. I., Fedorova N. V. "The practical implementation of the synchronization on the IP/MPLS networks" *Zviatok* 1 (2013): 23-27.

Автори статті

Федорова Наталія Володимирівна – доктор технічних наук, професор кафедри телекомунікаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (67) 224 09 65. E-mail: Natasha_f@ukr.net.

Еліссаві Камаль Кхаліфа А. – аспірант кафедри телекомунікаційних технологій, Державний університет телекомунікацій, Київ. Тел.: +380 (93) 481 95 94. E-mail: kamalkrod@gmail.com.

Authors of the article

Fedorova Nataliia Volodymyrivna – doctor of sciences (technical), associate professor of the telecommunication technologies department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel: +380 (67) 224 09 65. E-mail: Natasha_f@ukr.net

Elissawi Kamal Khalifa A. – post-graduate student of the telecommunication technologies department, State University of Telecommunications, Kyiv. Tel: +380 (93) 481 95 94. E-mail: kamalkrod@gmail.com.

Дата надходження
в редакцію: 24.10.2017 р.

Рецензент:
доктор технічних наук, професор М. М. Степанов
Державний університет телекомунікацій, м. Київ