

УДК 004.7

Синхронная узкополосная сеть дальнего радиуса действия SNBWAN для умных устойчивых городов



Р. В. КИРИЧЕК,
заведующий кафедрой, д. т. н., доцент

В. Д. ФАМ,
аспирант

Д. Д. САЗОНОВ,
аспирант

Кафедра «Программная инженерия и вычислительная техника»
СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича

А. С. БОРОДИН,
руководитель Представительства ПАО «Ростелеком» в Женеве –
Российский представитель в Международном союзе
электросвязи, к. т. н., к. п. н.

А. Л. САРТАКОВ,
директор ООО КБ «Марс», к. т. н.

В данной статье рассматривается новая технология SNBWAN (Synchronous Narrow Band Wide-Area Network), используемая для организации энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия (LPWAN – Low-Power Wide-Area Network). По сравнению с существующими технологиями LPWAN технология SNBWAN предоставляет более высокую скорость передачи данных за счет использования синхронизации передачи данных по времени и частоте. Для увеличения эффективности обслуживания узлов сети, находящихся на большом удалении от базовой станции, в синхронной сети SNBWAN реализована поддержка ячеистой или многоскачковой топологии, что позволяет организовать полное покрытие в умных устойчивых городах для устройств «интернета вещей». Идентификация узлов сети выполняется на базе архитектуры цифровых объектов, что исключает модификацию идентификатора. Представлена архитектура синхронной сети SNBWAN с описанием поддержки различных топологий развертывания и метод идентификации устройств.

Введение. В настоящее время активно развивается концепция умных устойчивых городов (УУГ). Данная концепция была разработана в МСЭ и ЕЭК ООН в 2015 году и предполагает соответствие инновационного города определенным ключевым показателями эффективности. Показатели охватывают различные сферы жизнедеятельности и инфраструктуры и должны сделать жизнь человека более комфортной за счет использования ИКТ. В частности, повысить уровень жизни, эффективность деятельности и услуг в городах, конкурентоспособность при параллельном обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущего поколений в отношении экономических, социальных, экологических и культурных аспектов [1, 2].

Одним из ключевых показателей эффективности УУГ является наличие большого числа бесплатных точек доступа к широкополосному интернету на базе технологии Wi-Fi, в т. ч. в общественном транспорте. Тем не менее в списке ключевых показателей описаны элементы инфраструктуры ИКТ, которые ориентированы на сети узкополосного интернета, характерные для подключения устройств «интернета вещей». Подобные устройства, как правило, работают от батарейного питания [3–5]. Такими показателями являются: умные счетчики воды, мониторинг ИКТ в области водоснабжения, мониторинг ИКТ в области дренажных систем / систем ливневой канализации, умные электросчетчики, мониторинг ИКТ в области электроснабжения. Несмотря на наличие в показателях

эффективности различных вариантов использования устройств «интернета вещей», отсутствуют какие-либо показатели, в которых описывались требования к узкополосным сетям и их организации.

Таким образом, возникает некоторая недосказанность по поводу того, какие технологии использовать для подключения устройств «интернета вещей» в УУГ. Если для широкополосного интернета такой технологией является WiFi, которая стала де-факто ключевой, то для узкополосного интернета такая технология не определена.

Прежде чем остановить выбор на той или иной технологии, необходимо рассмотреть особенности умных устойчивых городов – плотную городскую застройку, которая препятствует распространению радиосигналов, и множественные переотражения от различных объектов. Для сетей LPWAN характерной топологией является топология «звезда», которая не обеспечивает необходимой эффективности ввиду особенностей функционирования сетей в УУГ. В этой связи возникает насущная необходимость рассматривать ячеистую топологию построения сетей, характерную для персональных сетей (PAN) и протоколов ZigBee, как базовую для обеспечения надежной передачи данных от устройств «интернета вещей» с батарейным питанием за счет многократного резервирования каналов передачи данных [3, 6].

Одной из таких технологий, которая активно разрабатывается в настоящее время и учитывает все потребности для гарантированной передачи данных между устройствами «интернета вещей» в УУГ, является технология SNB, ориентированная на построение синхронных узкополосных сетей дальнего радиуса действия SNBWAN [7, 8].

Ранее коллективом авторов были рассмотрены возможности организации ячеистых сетей на базе технологии LoRa [9–12]. Аналогичные подходы были реализованы для синхронной сети SNBWAN. В синхронных сетях SNBWAN реализован механизм самоорганизации построения сети между узлами, т. е. поддерживаются различные топологии.

В большинстве сетей LPWAN используются топология «звезда» и механизм случайного доступа к базовой станции как по времени, так и по частоте. Этот метод известен как алгоритм ALOHA, который предложен и исследован применительно к одномерному каналу с фиксированной частотой и переменным временем. Несинхронные системы со случайным доступом дают небольшую пропускную способность. С целью увеличения пропускной способности была разработана технология SNB, которая предоставляет синхронизацию модемов с базовой станцией по частоте и времени. Система глобальной сети SNBWAN входит в группу энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия

LPWAN [7]. Предложенная система сети SNBWAN дополняет новые возможности к преимуществам существующих сетей LPWAN, которые мы рассматриваем в следующем разделе.

Структура сети SNBWAN

Технология передачи данных SNB

SNBWAN – синхронная узкополосная LPWAN сеть для «интернета вещей», использующая сетевую синхронизацию. Множество терминалов (конечных точек) синхронизируются по частоте и времени перед своими передачами, принимая синхропакеты, передаваемые базовой станцией в начале ее регулярных передач с периодом 2 с.

Для передачи запланированных сообщений синхронизированные терминалы получают бесконфликтный доступ к приемнику базовой станции в заранее распределенных плотно упакованных частотных и временных интервалах, чем достигается значительное увеличение пропускной способности базовой станции и эффективности использования частотно-временного ресурса.

Для передачи спорадических сообщений, не допускающих задержки, пропускная способность также увеличивается благодаря использованию плотно упакованных частотных и временных интервалов, чем достигается уменьшение вероятности конфликтов случайного доступа.

В системе SNB совместный временной и частотный ресурс может перераспределяться между сообщениями с регулярным и случайным доступом. С учетом того, что в SNB половина временного ресурса используется для синхронизации модемов от БС, в случае деления второй половины временного и всего частотного ресурса между регулярным и случайным доступом поровну средняя пропускная способность системы SNB равна 24,4 %, что в 32,5 раза выше пропускной способности несинхронных систем с двусторонней радиолинией.

Основные характеристики сети SNBWAN:

- Диапазон частот, мощность передатчика:
 - восходящей линии: 868,7–869,2 МГц, полоса частот (2x125) кГц, ЭИМ = 25 мВ, быстрая ППРЧ – посимвольные прыжки по частоте;
 - нисходящей линии: 868,7–869,2 МГц, полоса частот (2x125) кГц, ЭИМ=100 мВт, рабочий цикл менее 10 %, быстрая ППРЧ – посимвольные прыжки по частоте.
- Многоканальная передача в восходящей и нисходящей линиях.
- Скорость передачи данных в одном канале:
 - восходящей линии: 115; 907; 7812; 62500 бит/с;
 - нисходящей линии: 122; 976; 7812; 62500 бит/с.
- Число каналов восходящей линии в зависимости от используемой скорости передачи данных: 256, 32, 16, 2.

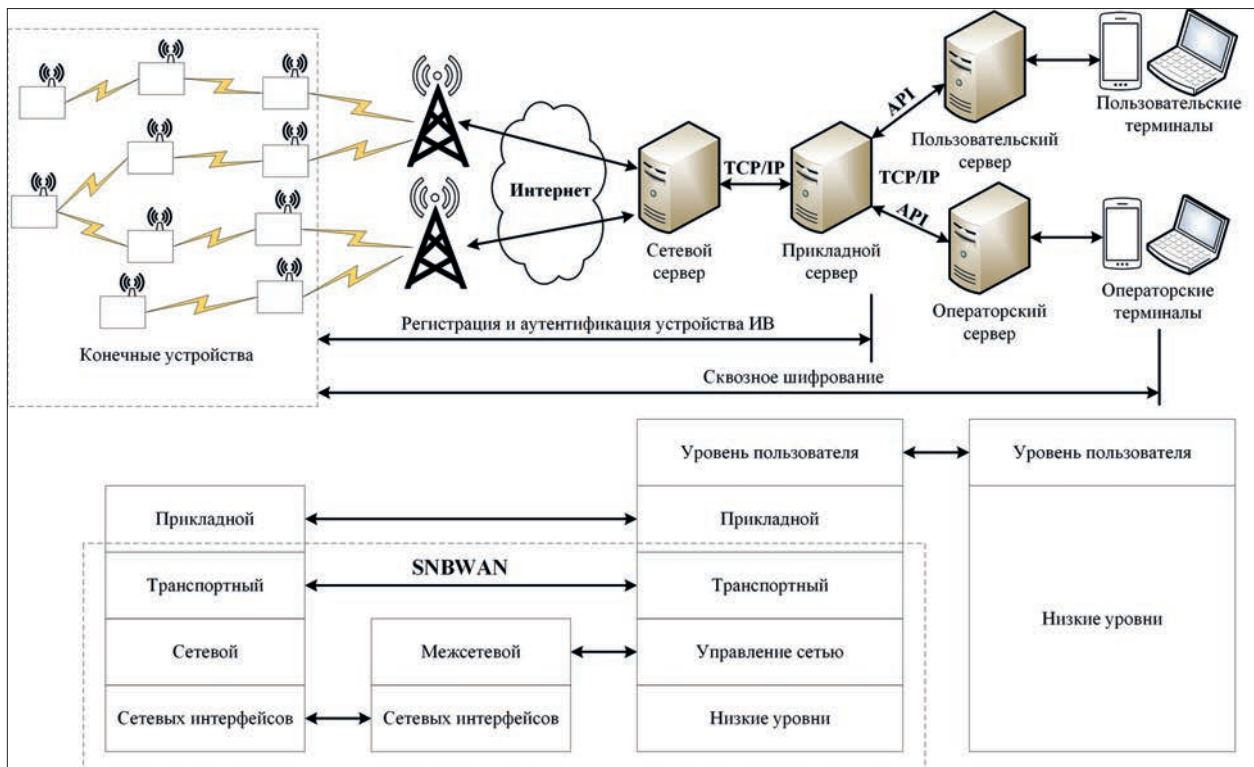


Рисунок 1 – Иерархическая архитектура синхронной сети SNBWAN

- Метод модуляции в зависимости от скорости передачи данных:
 - восходящей линии: 4FSK, 4FSK, MSK, MSK;
 - нисходящей линии: 4FSK, 4FSK, MSK, MSK.
- Кодирование:
 - восходящей линии сверточный код, $R=1/2$;
 - нисходящей линии сверточный код, $R=1/2$.

Иерархическая архитектура системы сети SNBWAN

Сквозная структура синхронной сети SNBWAN от конечных устройств до терминалов пользователей в соответствии с эталонной моделью TCP/IP представлена на рис. 1.

Далее для управления доступом к каналам сети предложен метод синхронизации по частоте и времени перед обменом данными между устройствами [7].

В асинхронных сетях случайный доступ вынужденно используется для передачи даже заранее планируемых сообщений, что и определяет низкую пропускную способность таких сетей. В отличие от асинхронных сетей в синхронной сети SNBWAN используется преимущество планирования передач конечных точек с регулярным доступом для полной загрузки сети с практически 100-процентным использованием ее пропускной способности. Для планируемых передач пропускная способность синхронной сети SNBWAN в 66 раз выше пропускной способности асинхронных сетей.

Наличие синхронизации в SNBWAN определяет и ее преимущество перед существующими технологиями LPWAN по пропускной способности для случайно

возникающих срочных сообщений за счет использования алгоритма случайного доступа «слотовая ALOHA», пропускная способность которого в 4 раза выше, чем алгоритма «классическая ALOHA».

Синхронная сеть SNBWAN работает в синхронном режиме без использования спутниковых навигационных приемников в составе конечных точек. Навигационные приемники применяются только в составе базовых станций, которые типично располагаются вне помещений на высоких точках, и такое размещение обеспечивает хорошие условия для приема сигналов ГНСС. Синхронизация конечных точек производится по сигналам нисходящих радиолиний базовых станций, которые одновременно поддерживают нисходящие каналы передачи данных для исполнительных устройств «интернета вещей» и для обновления прошивок конечных узлов.

Поддержка различных топологий сети

В синхронных сетях SNBWAN реализованы различные топологии, которые используются в зависимости от конкретной реализации SNBWAN. Стоит отметить, что MAC и LLC уровни SNBWAN реализованы таким образом, что позволяют эффективно реализовывать ячеистые и гибридные топологии сетей, описанные ниже.

Звездная топология. В данной топологии шлюз или базовая станция играет центральную роль для управления всей сетью. Как показано на рис. 2, конечные устройства соединяются напрямую к шлюзу. Такая топология является классической для

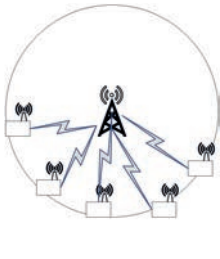


Рисунок 2 – Топология «звезда»

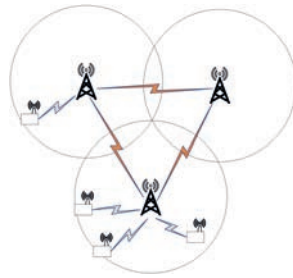


Рисунок 3 – Ячеистая сеть между шлюзами

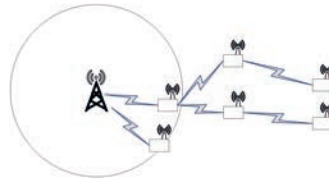


Рисунок 4 – Ячеистая сеть между конечными узлами

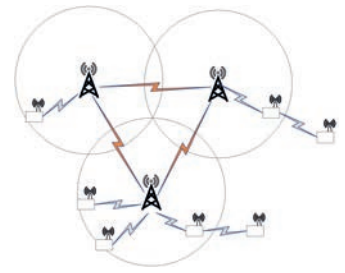


Рисунок 5 – Ячеистые сети между шлюзами и конечными узлами

сетей LPWAN и неэффективна в умных устойчивых городах.

Ячеистая топология между шлюзами. Данная топология (рис. 3) представляет собой ячеистое соединение между шлюзами для увеличения зоны покрытия. Шлюзы установлены в различных географических местах с учетом факторов, таких как плотность конечных узлов, топография и так далее. По крайней мере один из шлюзов должен иметь доступ к интернету, а остальные будут использоваться в качестве ретрансляторов ячеистой сети для расширения зоны обслуживания.

Ячеистая топология между конечными узлами (рис. 4). Данная топология может применяться в том случае, когда конечные устройства находятся вне зоны обслуживания шлюза. Узлы могут становиться ретрансляторами для переадресации данных между узлами.

Комбинированная ячеистая топология между шлюзами и конечными узлами (рис. 5). Данная топология используется для организации одновременного взаимодействия сетей шлюзов и также конечных узлов.

Одним из методов для построения таблицы маршрутизации на ретрансляционных узлах является выбор на основе показателя принимаемого сигнала RSSI (received signal strength indication) [12]. Маршрут рассчитывается таким образом, чтобы найти оптимальный маршрут с высоким качеством канала связи до пункта назначения. Допускается, что модель ячеистой сети может быть описана в виде графа $G(V, E)$ со множествами вершин V и ребер E . Множество вершин $V = \{v_i\}, i = 1 \dots n$, представляет набор узлов в сети, множество ребер $E = \{e_{ij}\}, i, j = 1 \dots n$, – набор каналов связи между узлами в сети. Каждое ребро между вершинами взвешивается набором значений соединения $C = \{c_{ij}\}$, где $i, j = 1 \dots n$, которое показывает качество канала связи для передачи данных канала и, следовательно, больше подходит для обмена информацией. Используя параметр RSSI, качество канала связи между двумя узлами можно представить в виде зависимой функции от RSSI (1). Показатель

RSSI – это индикация уровня мощности, принимаемого принимающей радиостанцией после антенны, и возможных потерь в кабеле. Следовательно, чем больше значение RSSI, тем сильнее сигнал. Таким образом, когда значение RSSI представлено в отрицательной форме (например, -100), чем ближе значение к 0, тем сильнее был принятый сигнал.

$$c_{ij} = \begin{cases} f(RSSI_{ij}), & \text{если } RSSI_{ij} > \text{порог;} \\ 0, & \text{если } RSSI_{ij} \leq \text{порог,} \end{cases}$$

где $i, j = 1 \dots n$. (1)

Значение $c_{ij} = 0$ указывает на неустойчивое прямое соединение между узлами i и j или на то, что прямого соединения между ними нет, т. е. узлы могут обмениваться данными только через транзитные узлы. Матрица $C = \{c_{ij}\}$, где $i, j = 1 \dots n, s$, содержит значения качества всех каналов связи в сети (веса ребер графа):

$$C = \begin{bmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & \dots & c_{1,n} & c_{1,s} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & \dots & c_{2,n} & c_{2,s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ c_{n,1} & c_{n,2} & \dots & c_{n,n} & c_{n,s} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

В графе G имеется множество возможных маршрутов $\Omega = P_{i,s} = \{P_1, P_2, \dots, P_k\}$ между узлом i и узлом приемника s . Таким образом, суммарная стоимость канала для маршрута от узла i к узлу приемника (шлюз) определяется как

$$w_{i,s} = \sum_{j=1}^{|P_{i,s}|-1} c_{i,j+1}. \quad (3)$$

Оптимальным маршрутом от узла i к узлу приемника является решение задачи максимизации:

$$\text{Route}_{i,s} = \arg \max_{P_{i,s} \in \Omega} (w_{i,s}) \quad (4)$$

Идентификация узлов в сети SNBWAN

Для обеспечения однозначного определения устройств в сети используются физические адреса.

Ввиду того, что физический адрес устройства может быть модифицирован, требовались механизмы для гарантированной идентификации цифровых объектов как в общем виде, так и в частном, а именно: идентификация оконечных устройств, шлюзов и различные сценарии присвоения и верификации идентификаторов.

В соответствии с выводами МСЭ таким решением может являться дополнительное применение сквозного глобального цифрового идентификатора, реализованного на базе архитектуры цифровых объектов (Digital Object Architecture). Использование идентификатора на базе DOA позволит учитывать все существующие уникальные идентификаторы (например, MAC, IMEI, ID, IPv4/IPv6 и др.), обеспечив сквозную идентификацию устройств и приложений «интернета вещей» без привязки к конкретному идентификатору [13, 14]. Использование DOA идентификаторов совместно с физическими адресами устройств в сетях LPWAN позволит реализовать глобальную и подлинно международную систему идентификации, т. к. она реализуется при поддержке МСЭ [15].

Рассматриваемая система обеспечивает возможность назначения постоянного идентификатора (англ. – Handle) любому ресурсу (цифровому объекту) в интернете или объекту. При этом стандартизированные открытые протоколы системы позволяют создавать и хранить идентификаторы в рамках распределенной компьютерной системы, а также преобразовывать соответствующие идентификаторы в информацию, описывающую состояние цифрового объекта. Таким образом, базовая функция системы идентификаторов цифровых объектов заключается в преобразовании известных постоянных идентификаторов цифровых объектов в специальные идентификационные записи (Handle Records), содержащие в себе информацию об идентифицируемых цифровых объектах. При изменении состояния цифрового объекта, например, при изменении его местоположения, информация в идентификационной записи также изменяется. В то же время идентификатор цифрового объекта всегда остается постоянным при любых изменениях состояния объекта [15–17].

В качестве системы идентификации для ячеистой топологии сети SNBWAN рассмотрим следующий вариант организации взаимодействия.

Владелец заносит информацию об устройствах «интернета вещей» в Handle System, указывая базовую информацию и различные данные, которые будут необходимы в дальнейшем для идентификации (задает онтологию устройства). Кроме того,

возможно сразу реализовать ролевую модель доступа для устройств в сети, которую в дальнейшем можно будет использовать на этапах конфигурации сети для разбиения ее на подсети.

Далее владелец прошивает идентификаторы, полученные от системы Handle, в устройства. При работе сети идентификаторы внедряются в тело сообщения от оконечных устройств и передаются по сети. Через gateway сообщение от устройства

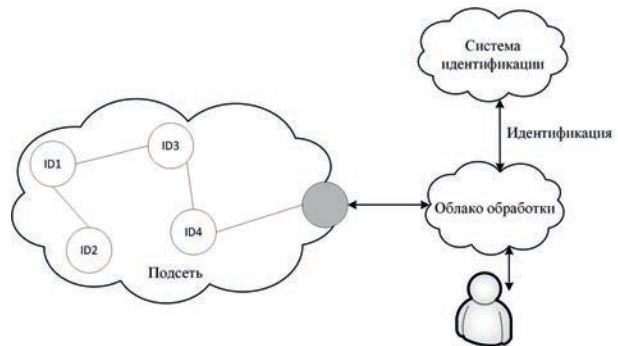


Рисунок 6 – Базовый вариант идентификации

уходит в облако на обработку, где производится идентификация устройства.

На рис. 6 продемонстрирован базовый вариант работы системы идентификации для mesh-сети, согласно принципам, описанным ранее. Mesh subnet – меш-подсеть, состоящая из нескольких оконечных устройств и gateway (черный). Оконечные устройства передают данные через gateway по принципу функционирования mesh-сетей наружу в облако-обработчик. В облаке зарегистрирован сервис авторизации, который обрабатывает поток сообщений, обращаясь к подсистеме дескрипторов Handle (либо к своему локальному кэшу, если он уже наполнен данными) за информацией.

В данной системе возможна организация следующего механизма идентификации и авторизации.

В форме цифрового объекта зарегистрирована метainформация, которая характеризует данную ячеистую подсеть. В данный цифровой объект занесены все дескрипторы оконечных устройств, которые могут присутствовать в этой подсети. Сравнивая дескриптор, полученный от оконечного устройства на сервер авторизации, со списком дескрипторов, которые разрешены в подсети, возможно реализовать соответствующую обработку. Для ускорения обработки в облаке целесообразно сканировать поток данных с определенной частотой. После проверки авторизации данные отдаются дальше.

В случае обнаружения неавторизованных устройств данные от них отклоняются. Также система может отправить на устройство координаты сети запрос на блокировку неавторизованного

устройства, добавив его в фильтр устройств подсети. Отдельно целесообразно реализовать отправку сообщения администратору о том, что есть неавторизованное устройство. На рис. 7 показана схема взаимодействия с фильтрацией неавторизованного устройства.

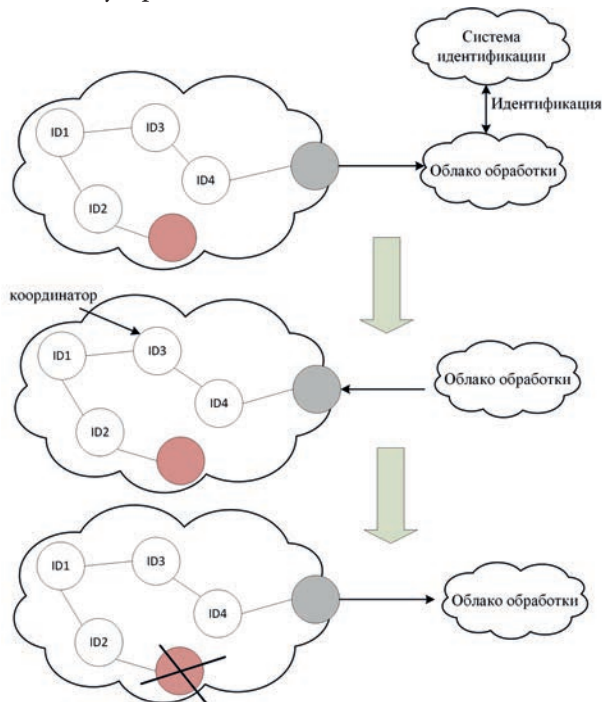


Рисунок 7 – Реализация фильтрации неавторизованного устройства в системе

Стоит также отметить, что для обеспечения сетевой безопасности при передаче данных между различными элементами сети SNBWAN по

беспроводному каналу используется шифрование согласно симметричным алгоритмам AES, «Кузнечик», «Магма» (ГОСТ 34.12-2018, ГОСТ Р 34.12-2015, ГОСТ 34.13-2015, RFC 7801) и криптографический протокол CRISP на уровне приложений (MP 26.4.001-2019).

Заключение. В статье была представлена архитектура синхронной узкополосной сети дальнего радиуса действия SNBWAN, которая может быть использована в качестве базовой для УУТ. В обзорной части статьи приведен краткий анализ существующих технологий LPWAN. В основной части статьи описаны особенности физического уровня SNB и архитектуры построения синхронной сети SNBWAN. Показаны явные преимущества синхронных сетей SNBWAN по сравнению с существующими сетями LPWAN, в частности поддержка различных топологий развертывания сетей и методы идентификации устройств.

Для комплексного исследования синхронной сети SNBWAN разработан лабораторный стенд. Исследования проводятся на базе научно-исследовательской и испытательной лаборатории инновационных инфокоммуникаций ПАО «Ростелеком», которая была открыта при поддержке Международного союза электросвязи в СПбГУТ в октябре 2020 года [<https://www.sut.ru/bonchnews/public-life/6442-spbgut-otmetil-ubiley>].

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации в рамках научного проекта НШ-2604.2020.9.

ЛИТЕРАТУРА

1. ITU-T. Implementing Sustainable Development Goal 11 by connecting sustainability policies and urban-planning practices through ICTs / ITU-T. – 30 с. [Электронный ресурс] URL: U4SSC Deliverables (itu.int)
2. ITU-T. City Science Application Framework / ITU-T. – 34 с. [Электронный ресурс] URL: U4SSC Deliverables (itu.int)
3. Кучерявый, А. Е. Интернет вещей / А. Е. Кучерявый // Электросвязь. – 2013. – № 1. – С. 21.
4. Росляков, А. В. Интернет вещей / А. В. Росляков, С. В. Ваняшин, А. Ю. Гребешков, М. Ю. Самсонов; под ред. А. В. Рослякова. – Самара: ПГУТИ, ООО «Издательство Ас Гард», 2014. – 340 с.
5. Кучерявый, А. Е. Самоорганизующиеся сети / А. Е. Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. – СПб.: Изд-во «Любавич», 2011. – 310 с.
6. Лихтциндер, Б. Я. Беспроводные сенсорные сети / Б. Я. Лихтциндер, Р. В. Киричек, Е. Д. Федотов и др. – М.: «Горячая линия-Телеком», 2020. – 236 с.
7. Зверев, Б. SNB новая LPWAN-технология «Интернета вещей» с высокой пропускной способностью / Б. Зверев, А. Сартаков // Control Engineering Россия, (S2019). – С. 38–41.
8. Сартаков, А. Сравнение LoRaWAN, SNBWAN и других технологий для «Интернета вещей» / А. Сартаков // Беспроводные технологии (1). – С. 42–47.
9. Kirichek, R. Analytic Model of a Mesh Topology based on LoRa Technology / R. Kirichek, V.D. Pham, V. Vishnevsky, A. Koucheryavy // In 2020 22nd International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). – 2020. – P. 251–255.
10. Pham, V. D. Method for Organizing Mesh Topology based on LoRa Technology / V. D. Pham, T. D. Dinh, R. Kirichek // 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT). – 2018. – P. 1–6.

11. Pham, V. D. Evaluation of Routing Protocols for Multi-hop Communication in LPWAN / V.D. Pham, D.T. Le, R. Kirichek // Internet of Things, Smart Spaces and Next Generation Networks and Systems. NEW2AN 2020, ruSMART 2020. Lecture Notes in Computer Science. – 2020. – Vol. 12525. – P. 255–266. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65726-0_23.
12. Фам, В. Д. Модель энергоэффективной ячеистой сети дальнего радиуса действия / В. Д. Фам, Д. А. Галлямов, О. И. Ворожейкина, Р.В. Киричек // Электросвязь. – 2020. – № 5. – С. 33-40.
13. Аль-Бахри, М. С. Моделирование системы идентификации устройств интернета вещей на базе архитектуры цифровых объектов / М. С. Аль-Бахри, Р. В. Киричек, Д. Д. Сазонов // Труды учебных заведений связи. – Т. 5. – №. 1. – 2019. – С. 42-47.
14. Аль-Бахри, М. С. Метод идентификации устройств и приложений интернета вещей в гетерогенных сетях связи на базе архитектуры цифровых объектов / М. С. Аль-Бахри // Электросвязь. – №. 4. – 2019. – С. 41-47.
15. Kahn, R. E. A framework for distributed digital object services / R. E. Kahn, R. Wilensky // International Journal on Digital Libraries. – 2006. – Vol. 6. – Issue 2. – P. 115–123.
16. The Handle System. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dona.net/handle-system>. – Дата доступа: 15.04.2021.
17. Sazonov, D. Identification System Model for Energy-Efficient Long Range Mesh Network Based on Digital Object Architecture / D. Sazonov, R. Kirichek // In: Vishnevskiy V. M., Samouylov K. E., Kozyrev D.V. (eds) Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications (DCCN 2020). Communications in Computer and Information Science. – vol 1337. – P. 497–509. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-66242-4_39.

This article discusses a new technology SNBWAN (Synchronous Narrow Band Wide-Area Network), used to organize energy-efficient long-range networks (LPWAN - Low-Power Wide-Area Network). Compared to existing LPWAN technologies SNBWAN technology provides a higher data transfer rate by using the synchronization of data transmission in time and frequency. To increase the efficiency of serving network nodes located at a great distance from the base station the synchronous SNBWAN supports mesh or multi-hop topology, which allows you to organize full coverage in smart resilient cities for IoT devices. Identification of network nodes is performed based on the architecture of digital objects which excludes the modification of the identifier. The architecture of a synchronous network SNBWAN is presented, describing the support of various deployment topologies and a method for identifying devices.

Получено 17.05.2021.



Памяти Колосова Льва Леонидовича

24 апреля 2021 года ушел из жизни Лев Леонидович Колосов – замечательный человек – краевед, филателист, исследователь истории почты. Он родился 20 июня 1932 года в городе Лунинец. Большую часть своей жизни Л. Л. Колосов прожил в Минске, но никогда не забывал родной край. Сотни его публикаций посвящены краеведению, своей малой родине и региональной истории Беларуси.

По профессии Л. Л. Колосов – радиоинженер, работал в исследовательских институтах НАН Беларуси. От своего отца Лев Леонидович перенял увлечение почтовыми марками и стал обладателем объемной коллекции редких почтовых марок и артефактов, посвященных истории Беларуси. С 1969 года Колосов бесценно был заместителем председателя общественного объединения «Белорусский союз филателистов». За свои редкие коллекции на всесоюзных и зарубежных филателистических выставках Лев Леонидович Колосов был отмечен более 100 медалями. Особой популярностью пользуются его выставочные сборники «Старые письма Беларуси», «Страницы истории Беларуси», «Полевая почта 1941-1945 годов».

В разные годы вышли в свет его книги «Почтовые дороги Белоруссии», «Филателия о Белоруссии», «Вымершие и умирающие профессии». Л. Л. Колосов – автор

многочисленных публикаций по истории почты и филателии во многих изданиях СССР, Беларуси, Германии, Польши и России. За вклад в филателию, находки и открытия в области филателии и истории почты двух стран он был избран членом-корреспондентом российской филателистической академии и академиком польской филателистической академии.

Наряду с этим Лев Леонидович Колосов был активным автором журнала «Вестник связи»: редкий номер выходил в свет без его статей. Так случилось, что совсем недавно в последней беседе в редакции он вдохновенно делился своим убеждением в том, что белорусские марки представляют собой настоящую энциклопедию нашей страны. «Как видите, – завершая нашу беседу, говорил Лев Леонидович, – коллекционирование почтовых марок – это не только часть мира увлечений человека. Оно само по себе искусство. А по большому счету – искусство ведения летописи родины».