

УДК 502.174:004(575.1)

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕСУРСОВ С ПОМОЩЬЮ SMART-ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА: ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ NB-IOT



И.Н. Цырельчук
Кандидат
технических наук,
доцент, советник
ректора



Ю.В. Писецкий
Доктор технических наук,
доцент, декан факультета
информационных
технологий



М.Ф. Османова
Магистрант 2
курса



К.А. Вотинов
Магистрант 2
курса

*Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий,
Республика Узбекистан
E-mail: tsyrelchuk@gmail.com*

И.Н. Цырельчук

Кандидат технических наук, доцент, советник ректора Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий.

Ю.В. Писецкий

Доктор технических наук, доцент, декан совместного факультета информационных технологий Ташкентского университета информационных технологий и Белорусского государственного университета информатики, и радиоэлектроники

М.Ф. Османова

Магистрант 2 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий

К.А. Вотинов

Магистрант 2 курса Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезмий

Аннотация. В последнее время все большую актуальность обретает правило о бесконечности потребностей и ограничении ресурсов. Вопрос энергопотребления и экономия ресурсов является критическим для всей планеты. Повсеместный рост населения и городов, а также изменение климата приводят к росту водопотребления и использования энергоресурсов на душу населения и к увеличению общего дефицита ресурсов во всем мире. Безусловно, самым важным методом борьбы является воспитание у населения культуры эффективного потребления. Но немаловажную роль в этом процессе играет современные технологии, а именно интернет вещей (Internet of Things, IoT). Стандарт NB-IoT был разработан консорциумом 3GPP с учетом требований, предъявляемых операторами: услуги IoT должны передаваться по технологии передачи, известной как «энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия» (Low-Power and Wide-Area, LPWA) и использовать существующую инфраструктуру оператора. С точки зрения универсальности, NB-IoT – это наиболее подходящее решение LPWA для предприятий различных отраслей, с помощью которого можно подключать к сети оператора счетчики коммунальных услуг, датчики мониторинга, системы отслеживания объектов и массу других устройств.

Ключевые слова: стандарт NB-IoT, Автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), интернет вещей, оптимизация, защита окружающей среды.

Введение. В последнее время все большую актуальность обретает правило о бесконечности потребностей и ограничении ресурсов. Вопрос энергопотребления и экономия ресурсов является критическим для всей планеты. Повсеместный рост населения и городов, а также изменение климата приводят к росту водопотребления и использования энергоресурсов на душу населения и к увеличению общего дефицита ресурсов во всем мире. Безусловно, самым важным методом борьбы является воспитание у населения культуры эффективного потребления. Но немаловажную роль в этом процессе играет современные технологии, а именно интернет вещей (Internet of Things, IoT).

Материалы и методы. Сфера применения IoT очень широкая: энергетика, промышленность, жилищно-коммунальное хозяйство, сельское хозяйство, транспорт, здравоохранение и др. В зарубежной практике известны успешные примеры внедрения IoT по инициативе как государства, так и бизнеса. Например, при поддержке государства в странах Евросоюза, Южной Кореи, Китае и Индии внедряются технологии «умного города», которые позволяют повышать эффективность управления энергопотреблением и транспортными потоками. В Великобритании и США реализованы масштабные программы по внедрению «умных счетчиков» для удаленного контроля энергопотребления в домохозяйствах. В Узбекистане сфера внедрения умных счетчиков также является приоритетным направлением развития, утвержденная на государственном уровне. В соответствии с Постановлением Президента от 23.10.2018 г., планируется обеспечить подключение к Автоматизированной системе контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ) 7 млн потребителей, с доведением доли охвата АСКУЭ к концу 2021 года до 100% от общего числа абонентов..

IoT-решения для жилищно-коммунальных хозяйств предполагают установку датчиков и счетчиков на инфраструктурных объектах, а также поставляют системы, которые помогают организовать и оптимизировать вывоз мусора, эффективно управлять лифтовым хозяйством, обслуживанием задний и многими другими направлениями.

Где могут быть использованы IoT-решения в ЖКХ:

- поставка воды, газа, тепла и других ресурсов;
- учет и оптимизация энергопотребления;
- вывоз и утилизация отходов;
- управление лифтовыми хозяйствами;
- обслуживание зданий, придомовых территорий.

В сфере жилищно-коммунального хозяйства наиболее распространены и популярны беспроводные системы, работающие автоматически. Они позволяют коммунальным службам и частным компаниям по обслуживанию населения собирать и обрабатывать данные о том, сколько потребляется энергоресурсов. Кроме того, подобные системы помогают мониторить техническое состояние объектов и их отдельных элементов (газовых и водопроводных труб, батарей центрального отопления). Это предотвращает аварийные ситуации, утечки, предупреждает перерасход ресурсов. Удобно, что масштаб развертывания подобных систем никак не ограничен и может охватывать как несколько домов, так и весь город. Для использования в системе ЖКХ есть отдельное решение под названием – NB-IoT.

Стандарт NB-IoT был разработан консорциумом 3GPP с учетом требований, предъявляемых операторами: услуги IoT должны передаваться по технологии передачи, известной как «энергоэффективная сеть дальнего радиуса действия» (Low-Power and Wide-Area, LPWA) и использовать существующую инфраструктуру оператора. С точки зрения универсальности, NB-IoT – это наиболее подходящее решение LPWA для предприятий различных отраслей, с помощью которого можно подключать к сети оператора счетчики коммунальных услуг, датчики мониторинга, системы отслеживания объектов и массу других

устройств. Одной из особенностей технологии является возможность подключать к одной соте базовой станции до 100 тысяч устройств, что в десятки раз превышает возможности существующих стандартов мобильной связи. Использование низкочастотного диапазона позволит обеспечить покрытием такие труднодоступные места, как цокольные помещения, подвалы, подземные парковки и т.д. Кроме того, при работе в новом стандарте устройства экономнее расходуют аккумулятор, что позволяет им работать без подзарядки гораздо дольше. Например, счетчик воды с автономным аккумулятором при работе в стандарте NB-IoT может служить до 10 лет без подзарядки и принимать сигнал, будучи установленным в подвальном помещении. На рисунке 1 наглядно показано сравнение беспроводных технологий.

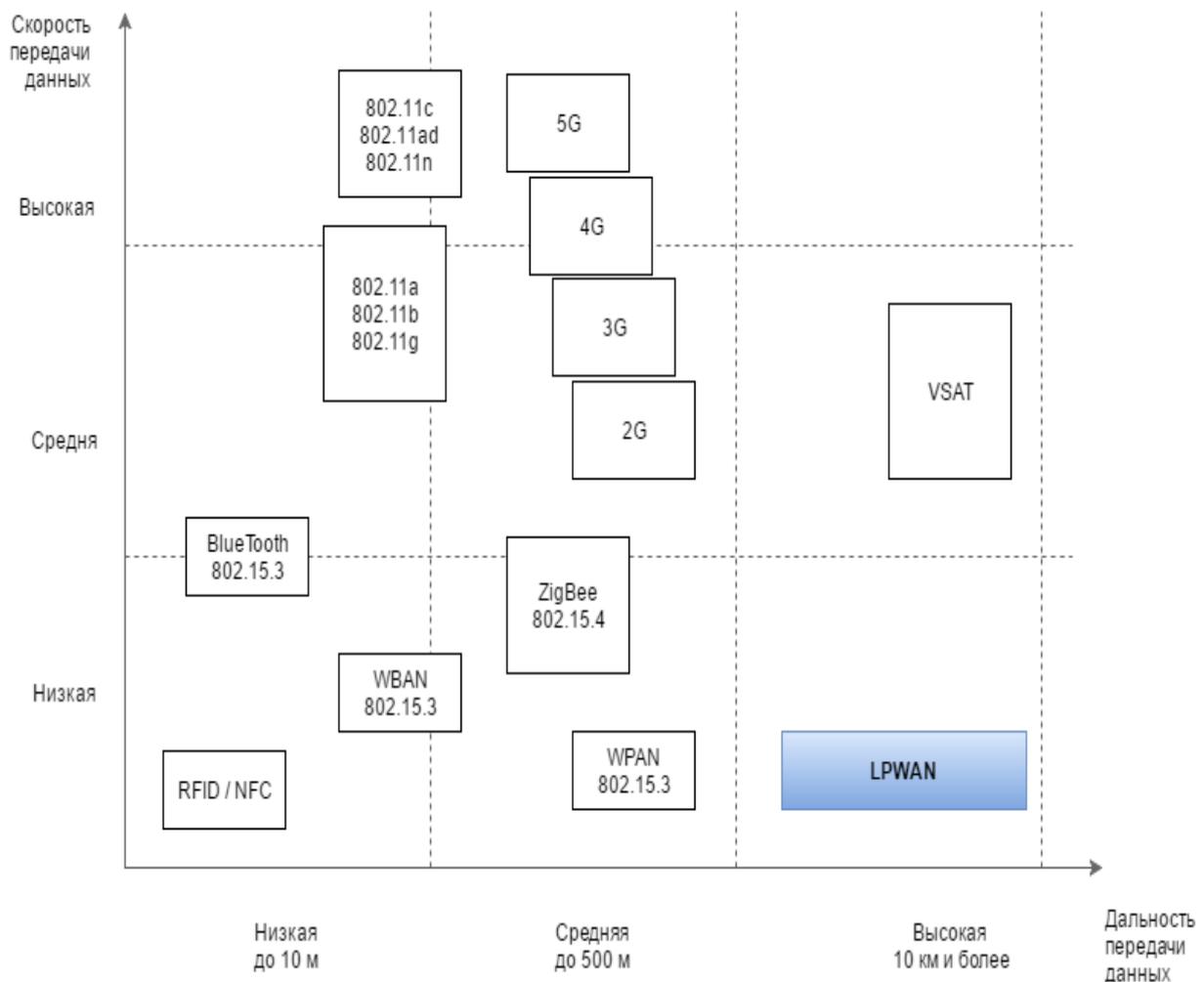


Рисунок 1. – Сравнение беспроводных технологий

По прогнозам ассоциации, GSMA, к 2020 году количество подключений Интернета вещей по сетям мобильной связи и LPWA превысит 3 миллиарда. Счетчики ресурсов, наручные часы и браслеты, ошейники для домашних питомцев, датчики на парковках – каждому из устройств понадобится доступ к сети. Подробнее о преимуществах NB-IoT можно узнать из рисунка 2.

Существует три технологических варианта развертывания NB-IoT, а именно:

- в полосе частот наряду с LTE-сервисами;
- в неиспользованной части радиоспектра между частотными диапазонами (в целях

предотвращения помех от смежного канала на границах существующих LTE-частот);

– использование отдельно выделенного спектра (далее в статье мы обсудим компромиссные решения и связанные с ними факторы, определяющие наилучший выбор технологии при развертывании NB-IoT).



Рисунок 2. – Преимущества сети NB-IoT

Три варианта развертывания «узкополосного IoT» влияют на производительность не только для NB-IoT RAN (Radio access network; сеть радиодоступа в различных стандартах сотовой связи), но и для одновременного развертывания и IoT, и MBW (mobile broadband, мобильный широкополосный доступ).

С точки зрения сети радиодоступа (RAN) существует три варианта развертывания NB-IoT. Два из этих вариантов подходят для развертывания в спектре, который уже прошел лицензирование.

Вариант «внутри полосы», где NB-IoT развертывается внутри существующего LTE спектра, используемого для предоставления мобильных широкополосных (MBW) услуг;

Вариант «защищенной полосы» с использованием спектра по краям канала (т.е. в неиспользуемой части спектра) существующих LTE. Однако здесь вероятны помехи от смежного канала на границах, существующих LTE базовых станций. «Защищенные полосы» могут быть использованы без учета мощностей основных базовых станций LTE);

Третий вариант заключается в развертывании NB-IoT с использованием присвоения выделенных частот (т.е. «автономного» развертывания), а также использования совокупности различных выделенных базовых станций специально для LTE и MBW.

В таблице 1 приведено сравнение преимуществ и недостатков NB-IoT.

Таблица 1. – Преимущества и недостатки NB-IoT

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> - Низкое энергопотребление оконечных устройств - Долгий срок действия устройств (до 10 лет) - Относительно быстрое развертывание сети. Можно реализовать на базе существующего сотового оператора. - Большой энергетический бюджет линии связи (GSMA называла цифру 164 дБ) - Теоретически низкая стоимость модемов (модулей) и услуг связи - Обслуживание массивного количества устройств 	<ul style="list-style-type: none"> - Возможны большие задержки связи при использовании режимов энергосбережения. - Отсутствие поддержки мобильности - Низкие скорости приёма и передачи данных

Заключение. Стандарт NB-IoT разработан с учетом потребностей устройств интернета вещей. На февраль 2020 года он позволяет подключать сотни тысяч устройств одновременно, причем технологии энергосбережения и малое энергопотребление обеспечивают работу устройств в течение 10 лет от одной батарейки. Сигнал сети NB-IoT хорошо проникает в труднодоступные места, такие как подвалы и подземные парковки, что открывает потенциал для обслуживания до десяти тысяч устройств в зоне действия одной базовой станции. Территориально сигнал покрывает площадь с радиусом до 20 км. Технические особенности стандарта NB-IoT позволяют создавать и развивать различные промышленные и потребительские сценарии для широкого круга отраслей: «умных» зданий, «умного» промышленного производства, оптимизации инфраструктуры ЖКХ, защиты окружающей среды, повышения безопасности дорожного движения и многих других.

В Узбекистане в целях реализации инициатив президента Шавката Мирзиёева по проекту АСКУЭ, можно в установленный срок быстро покрыть населенные пункты связью NB-IoT. Для примера можем рассмотреть столицу Узбекистана город Ташкент. Населения Ташкента составляет чуть более 3 млн человек, а площадь города составляет 334,8 квадратных км. Одна БС стандарта NB-IoT развернутая на частоте 450 МГц покрывает территорию радиусом до 20 км. Если даже брать площадь в 2 раза меньше (10 км), в целях более качественного охвата выбранной территории, то площадь покрытия составит 98 квадратных км. Всего 4 штук БС установленные в нужных географических зонах, теоретически охватит связью всю территорию города.

Список литературы

- [1] Постановление Президента Республики Узбекистан от 23.10.2018 г. № ПП-3981 «О мерах по ускоренному развитию и обеспечению финансовой устойчивости электроэнергетической отрасли», <https://lex.uz/docs/4015711>
- [2] Patel P.K., Patel S.M. Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges//International Journal of Engineering Science and Computing. 2016. V. 6, Iss. 5. P. 6122-6131.
- [3] Lauridsen M., Kovacs I.Z., Mogensen P., Sorensen M., Holst S. Coverage and Capacity Analysis of LTE-M and NB-IoT in a Rural Area//2016 IEEE 84th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Canada. P. 1-6.
- [4] Yang W., Wang M., Zhang J., Zou J., Hua M., Xia T., You X. Narrowband Wireless Access for Low-Power Massive Internet of Things: A Bandwidth Perspective//IEEE Wireless Communications. 2017. V. 24, Iss. 3. P. 138-145.
- [5] Рекомендация МСЭ-Т У.2060. Обзор интернета вещей.
- [6] Рекомендация МСЭ-Т E.164. Международный план нумерации электросвязи общего пользования.

SAVING RESOURCES USING SMART TECHNOLOGIES IN UZBEKISTAN. FEATURES OF NB-IOT TECHNOLOGY

I.N. Tsyrelchuk
*PhD., associate
Professor, adviser
to the rector*

Yu.V. Pisetskiy
*Doctor of technical Sciences,
associate Professor, Dean of the
faculty of information technology*

M. F. Osmanova
*Master student 2
courses*

K. A. Votinov
*Master student 2
courses*

Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Xorazmiy, Republic of Uzbekistan

E-mail: tsyrelchuk@gmail.com

Abstract. Recently, the rule of infinite needs and limited resources has become increasingly relevant. The issue of energy consumption and resource savings is critical for the entire planet. Widespread population and urban growth, as well as climate change, lead to an increase in water and energy use per capita and to an increase in the overall resource deficit worldwide. Of course, the most important method of struggle is to develop a culture of effective consumption among the population. But an important role in this process is played by modern technologies, namely the Internet of things (IOT). The NB-IoT standard was developed by the 3GPP consortium to meet the requirements of operators: IoT services must be transmitted using a transmission technology known as a "low-Power and Wide-Area network" (LPWA) and use the operator's existing infrastructure. From the point of view of versatility, NB-IoT is the most suitable LPWA solution for enterprises of various industries, with which you can connect utility meters, monitoring sensors, object tracking systems and a lot of other devices to the operator's network.

Keywords: NB-IoT standard, automated power control and accounting system (ASC), internet of things, optimization, environmental protection.