

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ИНТЕРНЕТА

В статье определены особенности и проблемы, связанные с развитием в Украине сетей мобильной связи 3G и 4G. Проведен сравнительный анализ различных стандартов мобильной связи. Выделены основные проблемные вопросы использования радиочастотного спектра при построении сетей на технологии LTE в системах реального времени.

Ключевые слова: широкополосный доступ, технологии мобильного Интернета, скорость передачи данных, радиочастотный ресурс, стандарты поколений мобильной связи.

E.G. TROFIMENKO

Odessa National Academy of Telecommunications named after O.S. Popov, Ukraine

ANALYSIS OF PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT FOR MOBILE BROADBAND INTERNET

In the articles features and problems, related to the development in Ukraine of mobile networks 3G and 4G, are defined. Comparative analysis of different mobile communication standards is conducted. Basic problem questions of the use of radio frequency spectrum are at the construction of networks on technology of LTE in the real-time systems are distinguished.

Keywords: broadband access, mobile Internet technology, data transfer rate, radio frequency resource, standards of generations of mobile communication.

Введение. Одним из немаловажных проблемных вопросов, который предстоит решить нашей стране при построении информационного общества, является устранение проблем организации широкополосного доступа (ШПД) для пользователей на базе использования технологий мобильной связи третьего и четвертого поколений – 3G и 4G (от англ. Generation – поколение) и повышение показателей качества доступа к сети Интернет. Ведь затягивание скорейшего внедрения в Украине услуг Интернет-доступа по стандартам последних поколений связи создает реальную угрозу значительного технологического отставания информационного общества.

Целью работы является определение основных проблемных вопросов создания и развития в Украине современной инфраструктуры беспроводного ШПД к сети Интернет, проведение сравнительного анализа используемых в мире различных беспроводных технологий связи, анализ использования радиочастотного спектра при построении 3G и 4G сетей и перспектив развития мобильного широкополосного Интернета в нашей стране.

Основная часть. В рассчитанной до 2020 года Стратегии развития информационного общества в Украине запланировано не только создание инфраструктуры широкополосного доступа к сети Интернет на всей территории Украины, но и обеспечение свободного недискриминационного доступа всех субъектов рынка телекоммуникаций к жилым домам и офисным помещениям для строительства телекоммуникационной инфраструктуры, а также ускорение конверсии радиочастотного ресурса (РЧР) в пользу гражданских пользователей [1].

К сожалению, Украина отстала на нескольких лет в вопросе построения сетей на базе использования технологий мобильной связи третьего и четвертого поколений, что было обусловлено рядом объективных и субъективных причин [2]. Это затягивание отбросило Украину на много лет назад в технологическом развитии, ведь, помимо 3G-связи, во всем мире уже активно внедряется и используется связь 4G. Если взглянуть на карту распространения технологий мобильного Интернета в Европе, то Украина на ней окажется чуть ли не единственной страной, где отсутствует связь не только третьего, но уже и высокоскоростного четвертого поколения с технологией LTE. Что же касается предоставления услуг LTE-связи в других странах мира, то по состоянию на июнь 2015 года уже насчитывалось 130 стран с LTE и еще в 18-ти странах запланировано запуск этой технологии до конца 2015 года [3].

Технология LTE начала свое развитие со стран Скандинавии в 2010 году и стремительными темпами распространилась по всему миру. Так, в 2010 году преимущества этой технологии смогли оценить в 12 странах, в 2011 году – уже в 27 странах, за 2012 год таких стран стало 64, за 2013 год – 96 стран, а за 2014 год количество достигло 124 стран с 288 сетями 4G (LTE) [3].

К лету 2015 года мировая карта покрытия LTE выглядит следующим образом (рис. 1):

Светло-серым цветом на карте выделены страны с коммерческой эксплуатацией LTE, серым цветом – страны с происходящим или запланированным в 2015 году вводом LTE в коммерческую эксплуатацию, а темно-серым (в том числе и Украина) – без LTE [3].

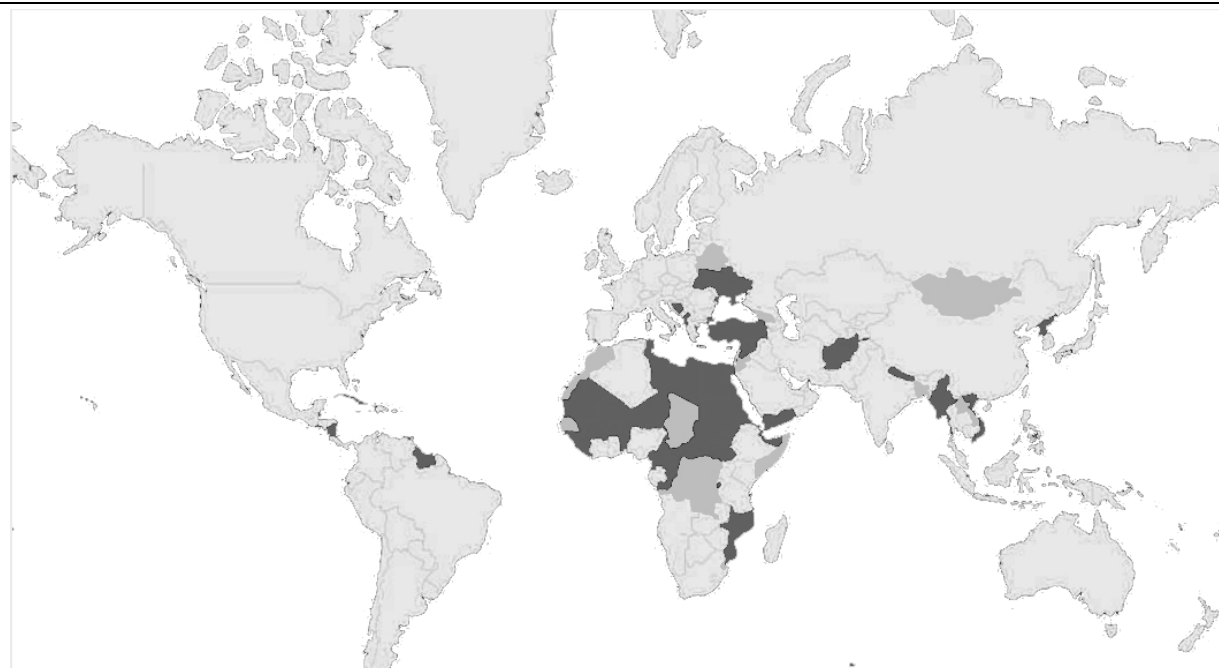


Рис. 1. Мировая карта покрытия LTE

В связи с вышесказанным возникает два возможных сценария в Украине создания инфраструктуры беспроводного ШПД к сети Интернет. Первый: выделение отдельной полосы частот 2100 МГц под 3G сети с последующим рефармингом (перераспределением) после высвобождения использующихся сейчас частот диапазона 900/1800 МГц под 4G. При этом предусматривается как перераспределение частот для создания равных конкурентных условий на рынке, так и гармонизация хаотически разбросанных по разным операторам кусочков частот в диапазоне 1800 МГц [4]. Второй сценарий: внедрение сразу высокоскоростной связи 4G на технологии LTE, перепрыгнув технологию третьего поколения 3G, сэкономив тем самым время и средства.

На первый взгляд более целесообразным является второй сценарий, тем более что технология LTE хорошо «вписалась» бы в уже используемый GSM-операторами диапазон 900 МГц. Да и частотный сигнал в этом диапазоне лучше проникает вглубь помещений в условиях плотной городской застройки, а радиус действия соты существенно больше, по сравнению с частотами около 2 ГГц, что принесло бы очевидную выгоду операторам. Еще одним популярным во всех странах мира (за исключением Америки) диапазоном частот, выделяемым под LTE, является полоса 1800 МГц. Но, увы, в Украине диапазоны 900 и 1800 МГц отведены под мобильную связь стандарта GSM и заняты голосовым трафиком и трафиком передачи данных GPRS и EDGE. Иначе говоря, внедрение технологии LTE в указанных диапазонах невозможно, пока эти частоты заняты различными компаниями, а поэтому сценарий запуска LTE в обход 3G, к сожалению, не возможен. Кроме занятости частотного диапазона, охарактеризуем и другие проблемы, обусловившие выбор первоначального 3G-покрытия всей страны, а затем рефарминга частот и апгрейда на LTE.

Правовая неурегулированность запуска LTE в Украине. Для начала процесса рефарминга, дерегуляции и технологической нейтральности, необходимо внести изменения в ряд законов и подзаконных актов, в частности в законы: «О телекоммуникациях», «О радиочастотном ресурсе в Украине» и др. Надо сказать, что в последнее время и в этой сфере процесс сдвинулся с мертвой точки – 30 марта 2015 года в Украине официально была опубликована обновленная редакция Закона № 222-VIII «О лицензировании определенных видов хозяйственной деятельности», согласно которой в Украине услуги доступа к сети Интернет являются свободными и не подлежат лицензированию, как и в странах Евросоюза. Но многое еще предстоит урегулировать на законодательном уровне. Объективно говоря, на все это может уйти от 6 до 9 месяцев. Затем нужно разработать новый план распределения РЧР, приступить к работам по частотному планированию и замене частотных планов. По оценкам специалистов [4], приступить к техническому внедрению LTE можно будет года через два, т. е. не раньше конца 2016 – начала 2017 года.

Низкий уровень проникновения 4G-устройств в Украине. У населения уже давно есть телефоны и смартфоны с поддержкой 3G, а что касается количества абонентских устройств, совместимых с LTE, то ситуация не такая радужная. Модели LTE-аппаратов пока что малочисленны, не говоря уже об абонентских устройствах, способных одновременно работать в сетях 3G и LTE для плавного перехода абонентов от старых сетей к новым.

Низкий спрос на использование Интернет-сервисов и приложений, что определяется отсутствием заинтересованности – не пришло понимание выгод от повседневного использования Интернет-технологий. В противовес нашей стране, в ряде западноевропейских стран, а также в США и Японии – очень высокое проникновение трафикоемких Интернет-приложений, таких как потоковое видео или передача/трансляция «тяжелого» контента через мобильные сети [6]. В связи с этим сегодня необходимо параллельно с выдачей

лицензий на 3G или 4G заниматься построением информационного государства. Когда граждане начнут решать большинство своих задач онлайн, отсутствие в стране 3G или 4G будет просто немислимым [5].

Кроме этого, целесообразность выбора запуска 3G-сетей обусловлена еще и тем, что за последнее десятилетие украинские операторы не стояли на месте и успели подготовиться к запуску 3G в больших городах, обновили аппаратное и программное обеспечение на совместимое с 3G-технологиями. Отдавая, что все три крупнейшие оператора мобильной связи Украины – АО «Киевстар», ЧАО «МТС Украина» и ООО «Астелит» (бренд Life :), купившие в ходе торгов 23 февраля 2015 года соответствующие лицензии, запустят 3G-сеть в самом современном стандарте HSPA+. Этот стандарт допускает максимальную скорость 42 Мбит/с, а реальная же скорость будет составлять от 7 до 20 Мбит/с на нисходящем канале, а на исходящем – до 5 Мбит/с [6]. Данные параметры достигаются при использовании двух несущих частот. На это ориентируются все операторы, а поскольку их диапазоны позволяют использовать три частоты по 5 МГц, то в будущем можно будет еще повысить скорость передачи данных. По условиям тендера операторы обязуются в течение 18 месяцев после проведения конкурса, т. е. до осени 2016 года, запустить сеть третьего поколения HSPA+ на территории всех областных центров Украины, а в течение 6 лет – во всех районных центрах и населенных пунктах с населением более 10 тысяч человек [7]. На практике операторы обещают запуск сети 3G к осени 2015 года, начиная с городов-миллионников.

Что касается предстоящего рефарминга частот под 4G, то он является общепринятой мировой практикой, направленной на создание равных конкурентных условий. При этом внедрение технологической нейтральности позволит быстро и безболезненно запустить в стране 3G и 4G, обеспечив предоставление услуг нового поколения для максимального количества абонентов [2]. В идеале рефармингу в Украине нужно подвергнуть еще и спектры 800 МГц, 1,5 ГГц, 1,9 ГГц, 2,3 ГГц, 2,6 ГГц и 3,5 ГГц. Но в диапазоне 800 МГц сейчас работают операторы CDMA, имеющие лицензии на соответствующие частоты до 2016 года, что делает рефарминг в данном диапазоне невозможным до истечения указанного срока. Диапазон 2,6 ГГц сейчас в основном задействован для работы систем цифрового телевидения стандарта MMD. Другие же из названных частот заняты под сервисы передачи данных по технологии WiMAX и различного радиоборудования специального назначения (военная, радиолокационная техника и пр.). К тому же, эти диапазоны пока не суперпопулярны в LTE, хотя и пригодны для беспроводных технологий.

Чтобы понять преимущества высокоскоростных технологии четвертого поколения LTE, проведем сравнительный анализ скоростей этой технологии со скоростями, используемых в настоящее время в Украине стандартов связи разных поколений, в виде таблицы (см. табл. 1). Логично, что каждое следующее поколение отличается от предыдущего большей скоростью передачи данных, а также более широким набором и высоким качеством предоставляемых услуг.

Проанализировав данные в табл. 1, можно сказать, что стандартами мобильной связи второго поколения, используемыми сейчас операторами на телеком-рынке Украины, являются технологии CDMA и GSM (EDGE). Технология EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution – повышенная скорость передачи для развития GSM) работает только в сетях GSM и обеспечивает скорость передачи данных в среднем в три раза выше, чем у предыдущей технологии GPRS. По скоростным и качественным показателям технология EDGE приближается к 3-му поколению связи (модификация 2,75G), кроме того, она не требует больших затрат на внедрение, что, собственно, и послужило ее распространению и использованию в Украине операторами связи Киевстар, МТС и Life :). Цифровой стандарт мобильной связи CDMA (Code Division Multiple Access – множественный доступ с кодовым разделением) отличается высоким качеством речи, высокой помехозащищенностью, устойчивостью канала связи от перехвата или прослушивания, а также обладает низкой излучаемой мощностью радиопередатчика устройства (например, мобильного телефона), что немаловажно для здоровья. Первая коммерческая сеть CDMA появилась в 1995 году в Гонконге, на сегодня этот стандарт используется во многих странах мира, включая Украину, но особенно популярной CDMA-связь стала в США, Японии, Индии, Южной Корее. Стандарт активно развивается и получил свое продвинутое продолжение в следующем 3G-поколении в различных модификациях CDMA2000 (EV-DO).

Что касается сетей третьего поколения 3G, то по требованиям Международного союза электросвязи (МСЭ) они должны обеспечивать скорость передачи данных свыше 2 Мбит/с. Такие скорости предоставляют возможность организовывать видеосвязь, смотреть на мобильном телефоне фильмы, телепрограммы и др. В мире существует два базовых стандарта 3G: UMTS (или WCDMA) и CDMA2000 как эволюционное развитие 2G-технологий GSM и CDMA, соответственно. Стандарт UMTS более распространен в Европе, CDMA2000 – в Азии и США. UMTS еще называют 3GSM, поскольку он является совместимым с GSM. Кстати, именно эта совместимость позволит после появления в Украине эволюционной высокоскоростной пакетной передачи данных HSPA+ абонентам GSM не отказываться и не менять свою SIM-карту.

Вторым стандартом 3G-связи, уже несколько лет широко используемым в нашей стране с хорошим покрытием (в частности сети оператора Интертелеком), является CDMA в различных его модификациях: CDMA2000 1X EV-DO Rev.0, CDMA EV-DO Rev.A и CDMA EV-DO Rev.B+. Следует сказать, что в сравнении с актуальным сегодня CDMA-стандартом EV-DO Rev.B+, возможности только внедряемого 3GSM несколько скромнее. Уже сейчас украинские операторы, используя EV-DO Rev.B+ с объединением трех каналов несущей, обеспечивают скорости загрузки данных до 14,7 Мбит/с и до 5,4 Мбит/с на выгрузку [8], что по сути не уступает проводному доступу.

Сравнительные характеристики используемых в Украине на начало 2015 года беспроводных технологий связи

Поколения	Стандарты связи	Скорость передачи данных			Услуги	Операторы Украины, предоставляющие высокоскоростной доступ к Интернет	
		максимальная теоретическая	реальная				
			загрузки, download	отправки, upload			
Второе	2,5G CDMA2000 1X	до 153 Кбит/с	до 144 Кбит/с		голосовая связь, передача коротких сообщений, электронная почта, Интернет, передача неподвижных изображений	– <i>Интертелеком</i> – и <i>Peoplenet</i> вне покрытия EV-DO; – <i>МТС-Украина</i> (450 МГц, услуга "МТС Коннект")	
	2,75G GSM (EDGE)	474,6 Кбит/с	120 Кбит/с		надстройка над 2G и 2.5G GPRS-сетями, обеспечивающая в среднем в 3 раза большую скорость	– <i>МТС</i> ; – <i>Киевстар</i> ; – <i>Life</i> :)	
Третье	3G UMTS/WCDMA	2 Мбит/с	384 Кбит/с		базисная технология 3G	– <i>Укртелеком</i> (<i>ТриМоб</i>) на 2,1 ГГц	
		CDMA2000 1X EV-DO Rev.0		2,4 Мбит/с	153 Кбит/с	широкий спектр услуг, вплоть до передачи видео в режиме online	– <i>Интертелеком</i> ; – <i>Peoplenet</i>
	3.5G	CDMA EV-DO Rev.A		3,1 Мбит/с	1,8 Мбит/с	возможность передавать голос, данные и осуществлять широкове- щание по IP-сетям	– <i>Интертелеком</i> – и <i>Peoplenet</i> на частоте 800 МГц
		HSDPA	14,4 Мбит/с (скорость зависит от абонентского устройства)	В настоящее время есть 3 варианта: 3,6 Мбит/с 7,2 Мбит/с 10,2 Мб/с	384 Кбит/с	надстройка над UTMС/WCDMA, позволяющая делать видеозвонки и смотреть потоковое видео online	– <i>Укртелеком</i> (<i>ТриМоб</i>)
	3.75G	CDMA EV-DO Rev.B+	14,7 Мбит/с	– 4,9 Мб/с на 1 канал; – 14,7 Мб/с для 3-х каналов; – 73,5 Мб/с при объединении (макси- мально) 15- ти каналов	– 1,8 Мб/с на 1 канал; – 5,4 Мб/с для 3-х каналов; – 27 Мб/с при объеди- нении (макси- мально) 15- ти каналов	видеотелефония, параллельное использование голоса и мультимедиа, мультисессионные сетевые игры и др.	– <i>Интертелеком</i> (3 канала до 14,7 Мб/с); – <i>МТС</i> с услугой <i>МТС-Коннект 3G</i> на частоте 450 МГц (3 канала до 14,7 Мб/с)
		WiMAX (IEEE 802.16e)	40 Мбит/с	до 30 Мбит/с	до 6 Мбит/с	доступ к Интернет, голосовая и видеосвязь высокого качества	– <i>FreshTel</i> на 3,4-3,6 ГГц; – <i>Giraffe(Intellecom)</i> на 2,3 – 2,4 ГГц
Третье	3.75G HSPA+	43,2 Мбит/с на нисходящем канале, а на исходящем – 5,76 Мбит/с	от 7 до 20 Мбит/с	до 5 Мбит/с	надстройка над сетями UMTS, которая базируется на надстройках HSDPA и HSUPA	планируемый запуск – лето 2015 г. – <i>МТС</i> ; – <i>Киевстар</i> ; – <i>Life</i> :)	
Четвертое	3.9G LTE (3GPP Long Term Evolution)	326,4 Мбит/с (download) и 172,8 Мбит/с (upload)	до 100 Мбит/с	до 50 Мбит/с		–	
	4G WiMAX 2 (IEEE 802.16m) LTE Advanced (LTE-A)	1 Гбит/с при стационарном соединении и 100 Мбит/с при мобильном	120 Мбит/с	60 Мбит/с	возможность услуги «видео по требованию», обеспечивая потоковую передачу без задержек видео в HD-разрешении	–	
			с полосой 40 МГц – 600 Мбит/с, а с полосой 100 МГц – 1,5 Гбит/с	с полосой 40 МГц – 270 Мбит/с, а с полосой 100 МГц – 675 Мбит/с		–	

Стандарты, действующие в Украине на 01.01.2015

В перспективе

Но, хотя UMTS и медленнее CDMA, однако он в десятки раз быстрее доступного сегодня украинцам GSM EDGE. Поэтому появление 3G+ UMTS откроет новые сервисы, которые уже популярны в других странах, но не имеют возможности развиваться у нас. Однако, сейчас далеко не все, если не

большинство, абонентских устройств (телефонов и модемов) 3G-технологии HSPA+ не поддерживают. Причем, часто, в рекламных целях, (особенно китайские производители) 3G-телефонами называют телефоны с поддержкой только HSDPA 3,6 или HSDPA 7,2. Пользователи таких телефонов (например, iPhone 4, Samsung i5700) даже в сетях 3G+ не смогут воспользоваться высокими скоростями этих сетей из-за технических характеристик своих мобильных телефонов. Кроме модели аппарата, на скорость в мобильных сетях влияют факторы загруженности базовой станции, а также помехи. Из-за эффекта «дыхания соты» («cell breathing») в сетях третьего поколения с увеличением количества абонентов в данный момент, использующих данную соту, уменьшается радиус её действия. К тому же, максимальная скорость «затухает» при удалении абонента от базовой станции. Таким образом, у абонента воскресным утром есть шанс «поймать» скорость 10 Мбит/с, днем она уменьшится до 2 – 3 Мбит/с, а вечером в будний день его аппарат может вообще выпасть из сети 3G и зарегистрироваться в GSM с соответствующим снижением скорости. И это, несмотря на то, что абонент всё это время будет находиться в одном и том же месте. Как следствие, поставщики оборудования рекомендуют операторам при строительстве 3G-сетей в крупных городах ставить базовые станции не дальше 1 км друг от друга [9]. Естественно, ни одна украинская сеть такую плотность, пока, создать не может.

Проводя дальнейший анализ данных в табл. 1, становится понятно, что стандарт LTE, хотя и презентуют как технологию высокоскоростного четвертого поколения, по сути таковым не является, поскольку не удовлетворяет техническим требованиям, которые консорциум 3GPP принял для нового поколения сотовой связи, а также требованиям, которые были первоначально установлены МСЭ. Однако, вследствие маркетингового давления, а также значительных улучшений, которые LTE внес в изначальную версию технологии 3G, МСЭ принял решение, что LTE может маркироваться как 4G сотовыми операторами и производителями телефонов [6]. И только стандарты LTE Advanced и WiMAX 2 (IEEE 802.16m или WiMAX-Advanced) формально уже удовлетворяют изначальным требованиям МСЭ, определённым в спецификации IMT Advanced.

Следует сказать, что беспроводный интерфейс LTE является естественным обновлением, как для операторов с сетью UMTS, так и для операторов с сетью CDMA2000. LTE является несовместимым с 2G и 3G, и поэтому он должен работать на отдельной частоте. В разных странах используются различные частоты и полосы для LTE, что делает возможным подключать к LTE сетям по всему миру только многодиапазонные телефоны. При аппаратной поддержке сосуществования со старыми стандартами (например, GSM(EDGE), UMTS и CDMA2000) пользователи смогут начать вызов или передачу данных в области с наличием LTE и, покинув область покрытия продолжить работу без каких-либо специальных действий с его стороны в сетях GSM или CDMA. Таким образом, разработка многодиапазонных терминалов создает предпосылки для глобального роуминга, позволяет совместную работу в двух и более стандартах.

С развитием широкополосного Интернета 3G и 4G станут доступны разнообразные сервисы, приложения, облачные хранилища контента, мобильное ТВ, видео и игры онлайн, электронный банкинг и прочее. Открываются новые возможности для Интернет-журналистики и Интернет-ТВ. Поскольку 3G-связь позволяет высокое качество звука, открываются новые возможности для развития радио (как онлайн платформ, так и гибридного радио), наподобие того как это происходит в США, где наблюдается значительный рост целевой аудитории онлайн радио через Интернет [10]. Повсеместный высокоскоростной Интернет будет побуждать все больше людей переходить на смартфоны. А по результатам исследований [11] каждые 10 таких гаджетов повышают общую производительность на 4,2 %. Повсеместный мобильный ШПД открывает большие возможности для развития всей экономики страны. По подсчетам ассоциации GSM, если 10 % пользователей перейдут с 2G на 3G, тогда каждый из них добавит к ВВП страны дополнительные 0,15 %. А удвоение использования мобильного трафика будет означать, что каждый потребитель будет добавлять к ВВП по меньшей мере 0,5 %. При этом по мировой статистике при переходе на 3G объемы данных растут от 3 до 10 раз. И чем больше людей будут пользоваться скоростным мобильным Интернетом, тем быстрее будет развиваться экономика всего государства. Операторы и сторонние компании смогут внедрять совершенно новые услуги и модели, которые будут стимулировать развитие различных секторов хозяйства. Мировая практика подтверждает, что увеличение на 10 % инвестиций в широкополосную связь повышает среднегодовые темпы роста ВВП на 0,7 %, 1000 пользователей ШПД к Интернету создают 88 новых рабочих мест, а увеличение проникновения широкополосного Интернета на 10 % повышает ВВП на 1 %. Повышение же скорости мобильного ШПД вдвое увеличивает ВВП на 0,3 % [11].

Выводы. С учетом изложенного, скоростной мобильный Интернет можно назвать одной из революционных технологий, открывающих целый пласт новых рынков и возможностей, радикально изменяющих глобальную экономику, бизнес и повседневную жизнь каждого из нас. Именно поэтому внедрение ШПД является задачей стратегического, социально-экономического значения. Очевидно, что нашей стране надо предпринимать активные меры по обновлению своей информационной инфраструктуры, направленные на создание новых рабочих мест в высокотехнологичных секторах экономики, содействие становлению малого и среднего бизнеса, разворачиванию новых информационных индустрий и сфер занятости, рост ВВП за счет дальнейшей информатизации.

Литература

1. Стратегія розвитку інформаційного суспільства в Україні // Урядовий кур'єр від 13.06.2013. – № 105.
2. Технологическая нейтральность как путь к 3G/4G – причины для скепсиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proit.e-media.com.ua/article/gosregulation/2014/03/12/192252.html>. – Название с экрана.
3. The State of LTE (June 2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opensignal.com/reports/2015/05/state-of-lte-q2-2015/>. – Название с экрана.
4. Елена Минич рассказала, когда в Украине можно ждать 4G и почему нельзя «перепрыгнуть» через 3G [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://itc.ua/news/elena-minich-rasskazala-kogda-v-ukraine-mozhno-zhdat-4g-pochemu-nelzya-perepryignut-cherez-3g>. – Название с экрана.
5. 3G в Украине: лед тронулся [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vlasti.net/news/192180>. – Название с экрана.
6. 3G и 4G: запуск и перспектива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mediahouse.com.ua/346-3g-i-4g-zapusk-i-perspektiva>. – Название с экрана.
7. Кабмин утвердил условия конкурса на 3G-лицензии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://censor.net.ua/n329067>. – Название с экрана.
8. Что даст 3G Интернет для пользователей Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://euroa.com/ukraine/society/3767-что-даст-3g-internet-dlya-polzovatelej-ukrainy>. – Название с экрана.
9. Эволюция 3G (UMTS) и факторы, влияющие на скорость [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://abonent.pro/content/view/12262/36>. – Название с экрана.
10. Как 3G-Интернет повлияет на традиционные медиа? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mediasat.info/2015/04/07/3gmediainukraine>. – Название с экрана.
11. Внедрение 3G связи будет способствовать росту экономики [Электронный ресурс] // Официальное Интернет-представительство Президента Украины. – Режим доступа: <http://www.president.gov.ua/ru/news/30840.html?PrintVersion>. – Название с экрана.

References

1. Strategy of information society development in Ukraine (13.06.2013) // Uryadovy kurier, 105.
2. Technological neutrality as a way to 3G/4G — reasons for skepticism. Retrieved from <http://proit.e-media.com.ua/article/gosregulation/2014/03/12/192252.html>.
3. The State of LTE (2015, June). Retrieved from <http://opensignal.com/reports/2015/05/state-of-lte-q2-2015/>.
4. Elena Minich told, when in Ukraine, you can wait until 4G and why not "jump" over 3G. Retrieved from <http://itc.ua/news/elena-minich-rasskazala-kogda-v-ukraine-mozhno-zhdat-4g-pochemu-nelzya-perepryignut-cherez-3g>.
5. 3G in Ukraine: the ice was broken. Retrieved from <http://vlasti.net/news/192180>
6. 3G and 4G: launch and perspective. Retrieved from <http://mediahouse.com.ua/346-3g-i-4g-zapusk-i-perspektiva>.
7. The Cabinet of Ministers approved the terms of the tender for 3G licenses. Retrieved from <http://censor.net.ua/n329067>.
8. That will give 3G Internet for users in Ukraine. Retrieved from <http://euroa.com/ukraine/society/3767-что-даст-3g-internet-dlya-polzovatelej-ukrainy>.
9. The evolution of 3G (UMTS) and the factors affecting the speed. Retrieved from <http://abonent.pro/content/view/12262/36>.
10. How 3G Internet will affect on traditional media? Retrieved from <http://mediasat.info/2015/04/07/3gmediainukraine>.
11. The introduction of 3G connection will contribute to the growth of the economy // The official Internet representation of the President of Ukraine. Retrieved from <http://www.president.gov.ua/ru/news/30840.html?PrintVersion>.

Рецензія/Peer review : 5.5.2015 р. Надрукована/Printed :25.6.2015 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Троцишин І.В.