

## ОТНОСНО ИЗБОРА НА БЕЗЖИЧНИ СИСТЕМИ ЗА ПРЕДАВАНЕ НА ДАННИ

Хр. Даскалова  
Институт по информационни технологии – БАН  
daskalovahg@abv.bg

**РЕЗЮМЕ.** *Целта на статията е да се анализират предимствата и недостатъците на най-често използваните и конкуриращи се безжични системи за предаване на данни, за да бъдат отчетени при избора и внедряването им в предприятия и организации.*

**Ключови думи:** *C.2.1 Network Architecture and Design*

### Увод

В последните десет години почти всяка година се появяват нови безжични технологии за териториално разпределените мрежи (WAN). Всяка от тези технологии – (Ardis, Mobitex, CDPD, Ricochet, GPRS, 1xRTT, EDGE, 1xEV-DO, UMTS и HSDPA) има за цел да привлече мобилни потребители и победи в конкурентната борба за парите на корпоративните компании. За да се изработи стратегия за внедряване на безжичен достъп в дадена организация или предприятие пропускателната способност, радиопокритието и цената на услугите не са единствените фактори, които трябва да се отчитат при избора на безжичните системи за предаване на данни, особено при мобилните потребители. Има значение какъв тип мобилни компютри ще имат потребителите, да се вземе решение за използваното програмно осигуряване, да се изберат методи за администриране, конфигуриране, информационна безопасност, възвръщане на капиталовложенията, да се разработи архитектура на функционална среда за мобилни изчисления и др. Използването на безжични услуги зависи също от бизнес функциите на организациите, а използването на мобилен достъп цели повишаване на тяхната ефективност. Широколентовите безжични WAN- мрежи осигуряват бързодействие на мобилните приложения, а мрежите 3G пък са внедрени вече в много градове. Трудността е, че безжичните технологии, с които потребителите трябва да се запознаят, за да направят своя избор, продължават бързо да се увеличават. Тестват се нови технологични решения за мрежите 3G, а също и за алтернативните системи WiMAX и предназначените за градските мрежи средства Wi-Fi. Актуалните

изследователски въпроси при безжичните мрежови технологии са свързани с повишаване на шумоустойчивостта, намаляване на енергопотреблението, увеличаване на скоростта на предаване на данни, локализация на мобилните безжични устройства, разработка и усъвършенстване на протоколите за тези мрежи. Разработват се и нови стандарти, в това число за мобилни широколентови системи IEEE 802.20. Както е известно, има и нестандартни решения от класа FBWA (фиксиран радио достъп), WiMAX (фиксиран и мобилен), MESH и Wi-Fi. Последната технология вече се ползва от милиони потребители и ще се развива, вероятно, и в бъдеще. За развитието на MESH технологиите още пречи високата цена на оборудването и някои специфики на честотното регулиране.

Мобилните оператори и доставчици на услуги на базата на други широколентови безжични технологии се конкурират за превъзходство при прехода от сегашните услуги 3G към услугите от следващото поколение - 4G.

В това изложение ще бъде направен преглед на характеристиките и възможностите на някои от най-често срещаните безжични технологии, които се използват за предаване данни, с цел да бъде полезен при внедряването на тези технологии в предприятия и организации.

### **Предаване на данни по клетъчните мрежи**

В края на миналия век безжичните системи за предаване на данни стават част от клетъчните мрежи, които са се проектирали за гласова връзка, осъществява се пакетно цифрово предаване на данни (Cellular Digital Packet Data — CDPD) и клетъчна връзка с комутация на каналите. Въпреки че тези технологии осигуряват ниска по сравнение с другите скорост на предаване на данни, системите, които са ги реализирали, са широко разпространени по света. Става дума за крупномашабни мрежи като CDPD, Mobitex, Ardis и Ricochet с относително неголям брой потребители (от порядъка на няколко стотен хиляди). Ползват се и технологиите като специализирана мобилна радиовръзка (Enhanced Specialized Mobile Radio — ESMR ) и др.

### **CDPD (Cellular Digital Packet Data — CDPD)**

Пакетното цифрово предаване на данни по клетъчните мрежи използва съществуващата инфраструктура на аналоговата клетъчна мрежа, като предаването на данни става при свободен капацитет на мрежата. Системите за предаване на данни CDPD са съвместими с Интернет. При работа в такава мрежа програмното осигуряване на преносимия компютър (ПК) на потребителя пренася данните в стандартни IP-пакети и ги насочва в клетъчната мрежа, която ги предава във времеинтервалите, свободни от телефонни разговори. В CDPD се извършва шифриране на предаваните данни. Максималната скорост на предаване е 19,2 Кбит/с, а при реални условия е около 10 Кбит/с. За да се ползват услугите на мрежите CDPD се подписва договор и към ПК се включва

модем PC Card (CDPD-модем). Цената на ползваните услуги може да варира в широки предели. Предимството на тази технология е, че е базирана на открит стандарт и е съвместима с протоколите TCP/IP. Има възможност с едни и същи комуникационни средства да се предават данни по мрежите CDPD на различни производители и “прозрачно” да се работи с Интернет приложения. Недостатък на тази технология е, че мобилните потребители могат да имат влошено качество на връзката, поради смущения най-вече от базовите станции в съседните зони. Друг недостатък е ограничеността на зоните на действие.

### **Предаване на данни по клетъчни мрежи с комутация на каналите**

Както и CDPD, предаването на данни в клетъчните мрежи с комутация на каналите използва съществуващите аналогови клетъчни мрежи. Разликата е в това, че вместо комутация от пакети от данни се използва комутация на каналите на клетъчната мрежа. За да предава данни, потребителят включва съответния модем към ПК и установява комутируемо съединение. Такава връзка е подходяща при предаване на големи файлове, докато пакетната радиовръзка е по-подходяща за предаване на кратки съобщения. Скоростта на предаване на данните е от порядъка на 14,4 Кбит/с и само в някои зони на обслужване може да достигне до 20 Кбит/с. Цената на услугите и комуникационните средства е по-ниска от другите технологии.

Мобилните оператори внедряват високоскоростни системи EV-DO (Evolution-Data Optimized) и HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) като мрежи върху базовата инфраструктура IxRTT (One Carrier Radio Transmission Technology) и EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) съответно. Мрежите имат възможност да превключват от една услуга на друга, даже по време на предаването на данни, като при това може да има закъснение от няколко десетки секунди. Работата на мобилните приложения зависи от реалните показатели на производителността на клетъчните мрежи. Те използват сложни методи за повишаване на достоверността на информацията при силно променящи се условия на радиовръзката и при различно натоварване с гласов трафик и трафик на предаваните данни. В процеса на адаптация към променящите се условия скоростта на предаваните данни може да се променя и потребителите на мобилните приложения трябва да имат оценка за тяхната функционалност. Повечето крупни производители на програмно осигуряване като IBM, Microsoft, Oracle и Sybase усъвършенстват своите продукти за подобряване на работата при безжичните връзки. Скоростта на предаване по клетъчните мрежи се увеличава при тенденция за намаляване на разходите за съответните услуги.

Бързото увеличение на скоростта става, когато данните почват да се предават по инфраструктурите с комутация на IP-пакети. Технологията GPRS е внедрена в GSM-мрежите от операторите Cingular Wireless и T-Mobile и осигурява скорост 30-40 Кбит/с, а реализирането на технологията EDGE е

увеличила скоростта до 100 Кбит/с. Мрежите CDMA на операторите Sprint Nextel и Verizon са със скорост около 70 Кбит/с. Мрежите 3G имат средна скорост на предаване на данни в директния канал (downlink) 400-700 Кбит/с, което е около 50 пъти повече от скоростта на първите мрежи при намаляване на цените на услугите.

Независимо от този прогрес остава на лице по-малката стабилност на безжичните връзки и по-трудния проблем за осигуряване на информационна безопасност в сравнение с кабелните мрежи. Операторите на клетъчните мрежи, които обслужват милиарди потребители в света, осигуряват най-широк достъп до безжичните услуги. По тази причина реализирането на мобилни приложения на услуги в клетъчните мрежи остава засега без конкуренция. Независимо от това планирането на мобилни приложения трябва да се съобразява с това, че услугите 3G не са достъпни навсякъде и реалните показатели на производителността на клетъчните системи не са стабилни.

### **Служби за персонална връзка**

Основна особеност на службите за персонална връзка PCS е, че телефонният номер на потребителя става негов персонален комуникационен номер (Personal Communication Number — PCN), свързан с самия потребител, а не с телефона му или радиомодема. Връзката е напълно цифрова, осигурява по-висока скорост на предаване на данни, използва и технологии за компресиране на данните. Честотният диапазон за PCS (1850—2200 Мхц), позволява да се намали цената на комуникационната инфраструктура. Размерите на антените на базовите станции са по-малки от тези на антените на клетъчните мрежи, което прави производството и монтирането по-евтино. PCS осигурява информационен обмен, независимо от местоположението на потребителя, подобрява и качеството на връзката вътре в сградите. Технологията е предпочитана услуга за мрежовите администратори. Цените на услугите не се различават много от услугите на клетъчните мрежи.

### **Wi-Fi - мобилен широколентов достъп за градовете**

Операторите на тези мрежи организират точки за достъп на територията на даден град, реализират мрежа с клетъчна (mesh) архитектура, в която точките за достъп могат да работят и като ретранслатори и само някои от тях могат да се свързват с кабел към магистралната мрежа. Тези мрежи са удобни най-вече за потребители с преносими компютри, които имат вградени модули Wi-Fi. В сравнение с мрежите, които имат 3G инфраструктура, Wi-Fi осигуряват по-добра работа на мрежовите приложения благодарение на по-голямата си пропускателна способност и по-малкото времезакъснение на пакетите. Имат достъпност до лицензирания честотен диапазон 4,9 Гхц, отделян в някои страни за службите за обществена безопасност. Фирмата Motorola и други производители имат многорежимни точки за достъп, които работят

едновременно в диапазоните 4,9 и 2,4 Гхц. Работата на градските Wi-Fi мрежи може да се влошава заради смущения в някои части на зоните на радиопокритието. Тези мрежи могат да отнемат от мрежите 3G част от потребителите на преносими компютри, които се нуждаят от широколентов достъп към мрежата в места, които имат Wi-Fi- покритие. Когато мобилните телефони се снабдяват със средствата Wi-Fi, имаме интеграция на мрежите Wi-Fi със системите 3G, така потребителите могат да ползват услугите на системите 3G по корпоративните или домашни мрежи Wi-Fi.

Съществуват различни версии на стандарта IEEE 802.11, като най-популярни са: 802.11b, 802.11g и 802.11a. В стандартите "b" и "g" се използват три непокриващи се канала в честотния диапазон 2,4 Гхц, а във версията "a" каналите са осем в честотния диапазон 5 Гхц. Максималната скорост за предаване на данни в стандарта 802.11b достига 11 Мбит/с, а в стандартите 802.11g и 802.11a – 54 Мбит/с. Готовите модули (например на Asia Pacific Microsystems, Inc.) са удобни за ползване, могат да се интегрират с локалните мрежи, имат висока скорост и информационна безопасност. Цената на оборудването е все още по-висока от това на кабелните мрежи, енергопотреблението - също, а имат и ограничен радиус на действие.

## **WIMAX**

Потенциална конкуренция в по-далечно бъдеще на мрежите 3G може да се счита широколентовата безжична технология WiMAX, стандартизирана от комитетата IEEE 802.16d за фиксирани мрежи и мобилната версия на технологията WiMAX (Mobile WiMAX) IEEE 802.16e. Системите Mobile WiMAX могат да се наслаждат върху клетъчните инфраструктури или да бъдат отделни мрежи за високоскоростно предаване на данни. Засега водещи в построяването на мрежите Mobile WiMAX са фирмите Sprint Nextel и Clearwire, които имат честотен ресурс в диапазона 2,5 Гхц и скорост на предаване 2-4 Мбит/с.

Водената ожесточена конкуренция за доминиращо положение при прехода от услугите 3G към услугите 4G, които се явяват нов етап в развитието на широколентовите радиомрежи, може да подобри позициите на Mobile WiMAX. Комуникационните средства на Mobile WiMAX ще се конкурират с продуктите на базата на стандарта IEEE 802.20, с подобрените системи 3G, и решенията 3GPP LTE (Third Generation Partnership Project Long Term Evolution). Бъдещето ще предскаже, коя от новите технологии ще е водеща.

## **Мрежи ZigBee**

Безжичната мрежа ZigBee има уникални свойства да се самоорганизира и самовъзстановява, тъй като мрежовите устройства в момента на включване самостоятелно формират мрежата, като се идентифицират едно с друго. При излизане от строя на някое от устройствата мрежата самостоятелно се

възстановява и започва предаване по нов маршрут. Данните се предават със скорост 250 кБит/с, което включва и служебната информация на мрежата. Безжичната мрежа ZigBee работи в диапазоните на честотните канали 868 МГц, 915 МГц, 2,4 Мхц. В помещенията радиуса на действие е няколко десетки метра, а навън - до няколко стотен метра. Използват се микросхеми на приемо-предаватели, допълнени с комплекти от библиотеки, които реализират протоколите ZigBee. Модемите ZigBee съкращават времето за разработка на мрежите, тъй като не се изисква допълнително разработване на програмно осигуряване. Този безжичен стандарт, ще намери широко приложение в изграждането на домовете на близкото бъдеще, защото осигурява евтин и енергийно ефективен метод за пренос на данни. Той представлява комплект от протоколи, базирани на IEEE 802.15.4 стандарта за персонална безжична мрежа (Wireless Personal Area Networks). ZigBee се поддържа и разпространява основно от организация, наречена ZigBee Alliance. На пазара може да се намери широка гама от устройства, базирани на ZigBee комуникацията - за контрол на осветление, термо-релета за дистанционно регулиране на домашната температура, а също така и за медицински уреди. Според [www.foxbusiness.com](http://www.foxbusiness.com) днес технологията е достатъчно развита, за да може човек да комуникира със своя "умен дом" през интернет от всяка точка на света, а в близките години се очаква сериозен ръст в безжичните технологии за домашна употреба.

### **Технология NanoNET**

Берлинската фирма Nanotron Technologies изследва безжични технологии с малък радиус на действие и разработка на протоколи за мрежи от датчици. За предаване на данни ползват линейно честотна модулация, която е в основата на технологията NanoNet. Приемо-предавателите на тази фирма са в честотен диапазон в 2,4 Гхц и се използват в системите за домашна автоматизация, наблюдение и управление, при реализиране на охранителни системи. Предаването на информацията е със скорост до 2 Мбит/с, при наличие на смущения. Информацията може да се предава на няколко стотин метра, а приемо-предавателите Nanotron nanoLOC TRX освен предаване на данни могат да определят координатите на местоположението на обекта. По този начин по-ефективно могат да се използват системите за събиране на информация и идентификация на радио честотите. Приемо-предавателите Nanotron използват Nanotron линейно-честотен метод на модулация, разширяващ честотния спектър; високата мощност на предавания сигнал, който се разпространява по целия спектър на действие и увеличава шумоустойчивостта. Ширината на честотния канал е 64 Мхц (такава ширина обаче не позволява в едно помещение да се използват повече от две мрежи) и е много по голяма от тази, която се ползва при технологиите ZigBee и Bluetooth. Ако се сравнява с безжичното предаване на данни по технологията Wi-Fi, то предимствата на Nanotron са в

скоростта на предаване, в радиуса на действие и в количеството използвана енергия.

Приемо-предавателите NanoNet TRX имат скорост на предаване 2 Мбит/с, мощност в диапазона от 1 мкВт - 6,3 мВт, радиус на действие в открито пространство до 900 метра. Разработеното от фирмата програмно осигуряване позволява разработка на мрежи с различна конфигурация. За този тип шумоустойчива технология е утвърден стандарт на физическо ниво IEEE 802.15.4a.

### **Z-Wave**

Z-Wave е протокол за безжичен пренос на данни, разработен в лабораториите на датската компания Zensys и подкрепян от Z-wave Alliance. Технологията позволява пренос на информация на къси разстояния при минимален разход на енергия. Устройствата, базирани на Z-wave протокола, реализират не много високата скорост от около 40 Kbit/s в радиус от приблизително 30 метра и работят с една батерия повече от година. За тяхното производство се грижат повече от 160 компании. Технологията намира приложение основно при изграждането на умни домове - в системи за контролиране на осветлението и топлината; противопожарни сензори, системи за видео наблюдение и защита. Z-wave позволява всички тези мрежи от сензори и устройства да се контролират с помощта на едно-единствено дистанционно управление.

### **Технологии Bluetooth**

Технологията Bluetooth представлява радиоинтерфейс с малка мощност, разработен да замени съществуващите кабелни и инфрачервени връзки между електронната техника в дома и офисите, като осигурява организиране както на връзки "точка-точка", така и многоточков радиоканал, не обезателно в зоната на пряка видимост. В радиочестотния спектър Bluetooth има 79 радиоканала в диапазона 2,4465-2,4835 Гхц, около 1 Мхц всеки. Диапазонът 2,4 Гхц се отнася към промишления, научен и медицински нелицензиран диапазон ISM (Industrial, Scientific, Medical), което позволява свободно ползване на устройствата Bluetooth. Модулите Bluetooth предават със скорост до 720 кбит/с на разстояние от 10 до 100 метра.

Недостатък на досегашните версии на Bluetooth технологията е тясната пропускателна лента на радио каналите, поради което не се осигурява голяма скорост на предаване. Версията Bluetooth 3.0 ползва технологията Wi-Fi. Поточно, създава Wi-Fi връзка между две устройства, за да се прехвърлят данни. В момента, в който прехвърлянето завърши, връзката се разпада, за да се пести хранването от батерията. Смисълът е да се достигне скоростта на прехвърляне на Wi-Fi, като същевременно се използва малко енергия. Тъй като повечето устройства с Bluetooth имат и Wi-Fi радио, реално не се създава нова

безжична мрежа. Просто Wi-Fi връзката се управлява от Bluetooth, а потребителят даже не разбира какво се случва – вижда само как скоростта на прехвърляне нараства.

### **RFID-технология**

Под понятието “безконтактна идентификация” се разбира разпознаване на обект без непосредствен физически контакт, а чрез естествени или специално вградени признаци. Такъв признак може да бъде например отбелязване с функции на радиочестотно броење (RFID), наричано "транспондер". Ползват се пасивни устройства без захранващ източник, за информация се използва уникален идентификационен код, който се прочита в момента на доближаване на четящото устройство към транспондера. В някои типове транспондери може да се внесе и друга информация, която в последствие да бъде прочетена. Този тип технологии се използват в системите за контрол на достъпа, в системите за идентификация на обектите или в охранителните сигнализации. Съществуват много различни модификации на транспондери, които се отличават по количеството информация, което може да бъде внесено в него, по максималното разстояние от което информацията може да бъде прочетена, по работната честота и външния вид (който може да наподобява на кредитна карта).

Чипът, който е вграден в транспондера, предава сигнал при попадане върху него на електромагнитно поле, създавано от антената на четящото устройство. Това поле създава електрозахранване на чипа, включен към антената на транспондера, чрез която се предава сигнал по определен алгоритъм, четящото устройство го приема, декодира и обработва.

Съществуват системи, в които информацията може да се предава в двете посоки. При тях четящото устройство създава модулирани електромагнитни колебания, които се разпознават от транспондера и предава или запазва в своя чип получената информация.

Системите RFID имат множество стандарти и класификации. Основни са стандартите, които характеризират методите за предаване на данни, работните честоти и радиус на действие. Системите, работещи в честотен диапазон 125 или 134 Кхц, се считат нискочестотни. Средночестотни са в диапазона работни честоти 13,56 Мхц, високочестотни в диапазон от 800 Мхц - 2,45 Гхц. Радиусът на действие на системите RFID може да бъде от 10 сантиметра до 1,5 метра и повече.

### **EnOcean**

Тази безжична технология е близка до ZigBee и е разработена от компанията EnOcean GmbH, която е основана от Siemens AG през 2001 г. Тя е напълно екологична - сензорите, предавателите и всички други устройства, базирани на нея, не се нуждаят от батерии. Те се зареждат сами, използвайки различни



методи за черпене на енергия от заобикалящата ги среда. Приложение този стандарт намира отново при системите за осветление, сензорите за сигурност и в различни медицински апарати, както и в промишлената индустрия. EnOcean има обхват на действие от близо 300 метра и може да реализира информационен обмен до 120 Kbit/s.

В таблица 1 са дадени за сравнение основните характеристики на някои от най-разпространените технологии за безжично предаване на данни.

**Таблица 1**

Технологии	Модули	Характеристики
<b>Предаване на данни по клетъчните мрежи GSM/GPRS/EDGE</b>	Maestro Wireless Solutions Ltd. Motorola TechFaith Wireless Inc. Telit Communications PLC Sony Ericsson WAVECOM	Предаването се реализира в стандарта GSM 900/1800 Мхц, системите с комутация на пакети са за предаване на кратки съобщения; при комутация на канали се предават големи файлове; GPRS системите имат скорост около 170 кбит/с, EDGE до 400 кбит/с.
<b>Служби за персонална връзка PCS</b>	Texas Instruments	Връзката е напълно цифрова, осигурява по-висока скорост на предаване на данни, използва и технологии за компресиране на данните. Честотният диапазон за PCS (1850—2200 Мхц), позволява да се намали цената на комуникационната инфраструктура
<b>WI-FI</b>	Asia Pacific Microsystems, Inc. Alps Electric	Удобни за потребители с преносими компютри и вградени Wi-Fi модули. Могат да работят едновременно в диапазоните 4,9 и 2,4 Гхц. Работят с различни версии на стандарта IEEE 802.11, като най-популярни са: 802.11b, 802.11g и 802.11a, имат ограничен радиус на действие и са подходящи за градски мрежи.
<b>WIMAX</b>	Fujitsu Jacket Micro	Работят по стандарта IEEE 802.16d за фиксирани мрежи, а Mobile WiMAX по

	Devices Intel	стандарта IEEE 802.16e, могат да се наслаgват върху клетъчните инфраструктури или да бъдат отделни мрежи за високоскоростно предаване на данни. Честотен диапазон 2,5 Гхц и скорост на предаване 2-4 Мбит/с.
<b>ZigBee</b>	Jennic Ltd. RADIOCRAFTS CHIPCON  Panasonic	Работи върху комплект от протоколи, базирани на <u>IEEE 802.15.4</u> от стандарта за персонална безжична мрежа (PCS) в диапазона 2,5 Гхц и скорост на предаване 2-4 Мбит/с. Подходящ да комуникира със своя "умен дом" през интернет от всяка точка на света
<b>NanoNET</b>	Nanotron Tech.	Има малък радиус на действие и разработка на протоколи за мрежи от датчици. Приемо-предавателите са в честотен диапазон в 2,4 Гхц и се използват в системите за домашна автоматизация, наблюдение и управление, при реализиране на охранителни системи. Предаването на информацията е със скорост до 2 Мбит/с, ширината на честотния канал е 64 Мхц
<b>Z-Wave</b>	Zensys INNOVUS	Z-Wave е протокол за безжичен пренос на данни, разработен в лабораториите на датската компания Zensys, скорост на предаване около 40 Kbit/s в радиус от приблизително 30 метра. Използване при изграждането на умни домове - в системи за контролиране на осветлението и топлината; противопожарни сензори, системи за видеонаблюдение и защита.
<b>Bluetooth</b>	Baracoda Fujitsu Rayson Technology	В радиочестотния спектър има 79 радиоканала в диапазона 2,4465-2,4835 Гхц, около 1 Мхц всеки. Bluetooth 3.0 ползва технологията WiFi, като създава WiFi връзка между две устройства, за да се прехвърлят данни. Wi-Fi връзката

		се управлява от Bluetooth.
<b>RFID</b>	NXP Semiconductors Texas Instruments Rfid Systems Melexis Inc Murata	Ползват се пасивни устройства без хранващ източник, за информация се използва уникален идентификационен код, който се прочита в момента на доближаване на четящото устройство към транспондера. Системите работят в честотните диапазони 125 или 134 Кхц; 13,56 Мхц; и от 800 Мхц - 2,45 Гхц. Радиусът на действие може да бъде от 10 сантиметра до 1,5 метра и повече.
<b>EnOcean</b>	EnOcean GmbH Wago	Тази безжична технология е близка до ZigBee и е разработена от компанията EnOcean GmbH, която е основана от Siemens AG. Тя е напълно екологична - сензорите, предавателите и всички други устройства, базирани на нея, не се нуждаят от батерии. Те се зареждат сами, използвайки различни методи за черпене на енергия от заобикалящата ги среда, има обхват на действие от близо 300 метра и може да реализира информационен обмен до 120 Kbit/s.

### **Заклучение**

Очаква се безжичните системи за предаване на данни да увеличат производителността на труда на служителите на организациите и предприятията, да повишат ефективността на бизнес-процесите, да подобрят взаимодействието с клиентите, да позволят по-бързо и по-качествено да се взимат решения, по-добре да се удовлетворяват информационните потребности на професионалните мобилни потребители, а на ръководителите да се осигури оперативен достъп до важната информация.

При определяне на възвращаемостта на инвестициите в безжичното предаване на данни се отчита и снабдяването и обслужването с използваната техника, заплащането на услугите, създаването на инфраструктура за отдалечен безжичен достъп, оптимизация и тестване на мобилните приложения и др.

За съжаление количествената оценка на производителността и ефективността се явява сложна задача и за постигане на реалното тяхно увеличение чрез използване на безжични системи за предаване на данни предстои още да се извършат редица научни и приложни изследвания.

## Информационни източници

1. [http://www.ieee802.org/16/docs/06/C80216-06\\_007r1.pdf](http://www.ieee802.org/16/docs/06/C80216-06_007r1.pdf)
2. <http://www.mobilemag.com/content/100/102/C4618/>
3. [http://supercommnews.com/wireless/features/wireline\\_wireless\\_networks\\_060305/](http://supercommnews.com/wireless/features/wireline_wireless_networks_060305/)
4. <http://www.mustafaergen.com/asn-gw.pdf>
5. <http://www.rfdesignline.com/197000698:jsessionId=QTVQPMTGVCCPCQSNDLQSKH0CJUNN2JVN?printableArticle=true>
6. <http://www.ntia.doc.gov/osmhome/allochrt.pdf>
7. [http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=auctions\\_sched](http://wireless.fcc.gov/auctions/default.htm?job=auctions_sched)
8. [http://www.itu.int/newsroom/press\\_releases/2007/30.html](http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2007/30.html)
9. <http://www.ieee802.org/16/tge/>
10. <http://www.ieee802.org/16/tgd/>
11. <http://www.intel.com/technology/wimax/products.htm>
12. <http://www.etsi.org/WebSite/technologies/HiperMAN-WiMAXTesting.aspx>
13. <http://www.wimaxforum.org/>
14. <http://www.wimaxday.net/site/2008/04/24/wba-and-wisoa-join-efforts-on-wimax-global-roaming>
15. <http://www.wimaxforum.org/node/1724>
16. [http://www.suirg.org/pdf/SUIRG\\_WiMaxFieldTestReport.pdf](http://www.suirg.org/pdf/SUIRG_WiMaxFieldTestReport.pdf)
17. Stallings, W. Wireless connection lines and networks. Translated from English. M. Williams Publishing House, 2003. (in Russian)
18. Vishnevsky, V., A. Ljahov, S. Portnoy, I. Shahnovich. Wideband wireless networks for information transmission. M., Eco-Trend, 2005. (in Russian)
19. [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com)
20. [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)
21. [www.spectrum.ieee.org](http://www.spectrum.ieee.org)
22. [www.standards.ieee.org/getieee802/](http://www.standards.ieee.org/getieee802/)
23. <http://www.home.rf.org/>
24. <http://www.tayle.com>
25. <http://www.wireless.bape3.org>
26. <http://www.alpha-teleport.info>
27. <http://www.ixbt.com>
28. <http://www.wireless.ru>

**Abstract.** *The paper aims to analyze the advantages and shortcomings of the most widely used and competitive wireless systems for data transfer. The results of the analysis can be considered during selection and adoption of these systems in different enterprises.*