

ПРОЕКТИРАНЕ НА ГРАДСКА БЕЗЖИЧНА МРЕЖА**URBAN WLAN DESIGN****Николай Ташков***Технически университет-Габрово***Димитър Димитров***Хасково***Abstract**

In this paper is investigated an WLAN, working in urban micro location, which has (approximately) a 1000 m diameter. For the process research is used WinProp – a software product, developed by the AWE Communications. The wireless technology is based on the IEEE802.11 standard. Using suitable mathematical models of radio signal propagation, the field strength and power are calculated in every point of the service area. Two kinds of the network working are compared: using omnidirectional (isotropic) and directional (sector) antennas. In both cases a standard power of 20 dBm is us. The comparison gives recommendation about urban WLAN design.

Keywords: Wi-Fi, IEEE802.11, WLAN, WinProp, Propagation models, Urban microlocation.

ВЪВЕДЕНИЕ

Не можем да си представим съвременния комуникационно-информационен век без безжичните комуникации. Стандартът IEEE802.11 (Wi-Fi) дава възможност за реализиране на безжична връзка с висока трансферна скорост (IEEE802.11n), която удовлетворява все по-нарастващите изисквания на потребителите.

В [2,3,4] са дадени параметрите, описващи функционалните възможности на този вид комуникация. Повишавайки работната честота, усъвършенствайки алгоритмите за обработка на цифровите сигнали и чрез използване на нови модулационни формати се достигнаха скорости от порядъка на 300 (600) Mbps.

Радиотехнологията Wi-Fi се явява алтернатива на останалите начини за реализиране на абонатния достъп в NGN мрежите.

Съвременните високоскоростни радиокомуникационни мрежи не могат да бъдат професионално реализирани без използването на автоматизирано проектиране на базата на софтуерни платформи. Една от тях е WinProp на фирмата AWE Communications. Това е интегриран продукт, който съдържа

отделни модули. Те позволяват цялостно проектиране на безжичната мрежа, започвайки от реалните теренни условия, избор на антенно-фидерната система и оптималното разположение на излъчващите предавателни точки за достъп.

ИЗЛОЖЕНИЕ

С помощта на софтуерният продукт WinProp на фирмата AWE Communications е реализирано радиочестотно планиране на безжична градска WLAN мрежа, обхващаща микрорайон от територията на град в България с диаметър около 1000 m. WallMan е модулът на интегрирания продукт WinProp, който позволява проектирането в градска среда. Използвайки цифрова подложка от кадастъра на града е създадена работната среда за изследване на проектираната безжична мрежа.

За целта са извършени редица преобразувания (конвертиране) на работни файлове, като са зададени височините на отделни сгради. Това позволява реализирането на различни симулации, използвайки стандартни математични модели за разпространение на радиосигналите [1,5].



Фиг. 1. Карта на градски микрорайон

На фиг. 1 е показана картата на градския микрорайон, в който се реализира мрежата. Цветовете, отговарящи на височината на сградите са показани в таблица 1.

Таблица 1

Етаж	Цвят	Височина, m
1	Кафяв	4
2	Жълт	7
3	Син	10
4	Виолетов	13
5	Зелен	16
6	Светло сив	19
8	Червен	25
14	Тъмно сив	43

За по-правилно интерпретиране на данните на картата от модула WallMan, е желателно да се извърши корекция на ненужните елементи и опростяване на картата. След това файлът се съхранява с намалена наситеност и брой на цветовете, тъй като WinProp не може да обработва изображения с богата цветова гама.

Съгласно стандарта IEEE 802.11b/g микробазовата станция ще работи в честотния диапазон от 2400 MHz до 2483,5 MHz с максимална еквивалентна изотропно излъчена мощност 100 mW (20 dBm).

Експериментът е извършен с два вида антени – ненасочена (omnidirectional,

isotropic) и насочена (directional, sector) антени, като за целта се използва модулът AMan.

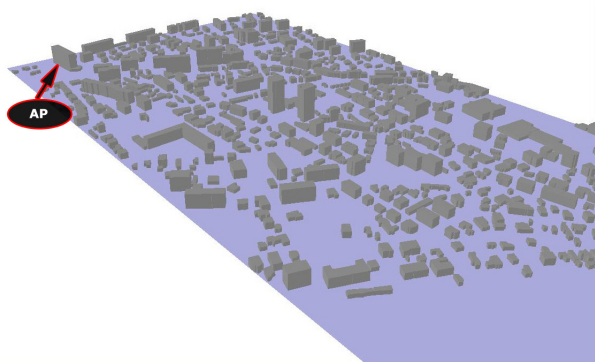
Телекомуникационният обект е разположен на покрива на 8-етажен жилищен блок. Неговото предназначение е да насити с радиосигнал един микрорайон около блока с приблизителен радиус 1000 m.

Завършената градска среда е показана на фиг. 2 в тримерен вид. Създадената подложка за реализиране на симулацията е на реален град от Р България. Площта на микрорайона е 432000 m².

За да бъде извършена симулацията на WLAN мрежата в градска (Urban) среда и реализира изследването. Готовата подложка се зарежда в модул ProMan на програмата WinProp. Тя позволява използването на няколко математични модела за разпространението на радиосигнала.

Първият модел Dominant Path Model отчита предимно влиянието на най-добре насочените доминантни лъчи.

Моделът COST 231:Extended Walfisch-Ikegami-Model е емпиричен модел на базата на модела COST 231, наречен още Разширен модел на Уолфиш-Икегами, който взема под внимание няколко параметъра от вертикалния профил на сградите за прогнозиране на загубите от затихване.



Фиг.2. 3D изглед на част от обслужваната територията AP – Access Point точка на излъчване

Този модел се характеризира с много малко време за изчисление. Прецизността му е задоволителна. Разглежда явленията, характерни за вълноводите, които се срещат при уличните каньони. Ако доминиращият механизъм на разпространение на сигнала е над покривите на сградите, резултатите са по-акуратни, тъй като в емпиричните формули се отчита влиянието на множеството дифракции, създадени от покривите. Моделът е подходящ за използване при предаватели, разположени над средното ниво на височина на покривите, докато точността на предавателите под това ниво е ограничена.

Моделите от вида Knife Edge също са емпирични и отчитат препятствията във вертикалната равнина между предавател и приемник чрез изчисление на загубите от отражения, създадени от основните препятствия и добавянето им към загубите в свободното пространство. Вzeti са под внимание последиците от засенчване и дифракция. Моделите имат и кратко време за изчисление. Поради адекватното отчитане на височинния профил, тези модели водят до точни прогнозни резултати.

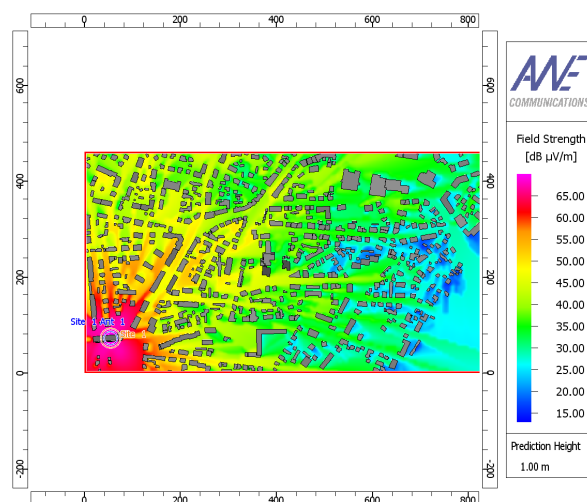
За да се постигнат сравнителни резултати в това изследване се осъществяват симулации с два от възможните модели.

Измерванията на стойностите и тяхното снемане са извършени по шаблон, по който са разпределени зони на измерване (фиг.3). Тези зони са еднакви за всички симулации в дадения микрорайон.



Фиг.3. Разпределение на зоните на измерване

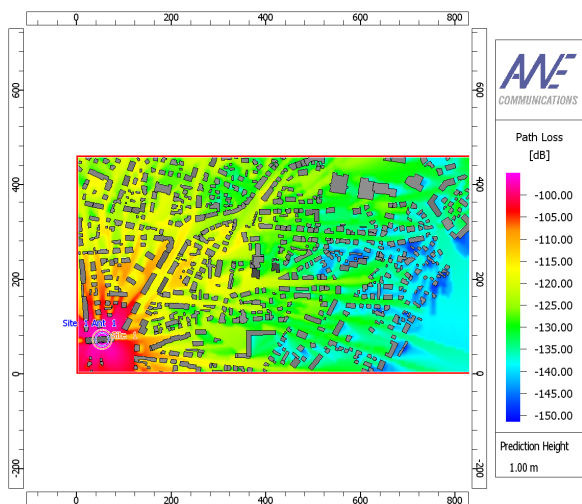
Резултати от извършените изследвания относно разпространението на сигнала и осъщественото от него покритие на района, визуализирани чрез модула ProMap на програмата WinProp са показани на фиг.4, фиг.5 и фиг.6, при мощност на предавателя 20 dBm и височина на приемната точка 1 m, като е използван Dominant Path Model (доминантни лъчи).



Фиг. 4. Интензитет на електричното поле (Dominant Path Model)

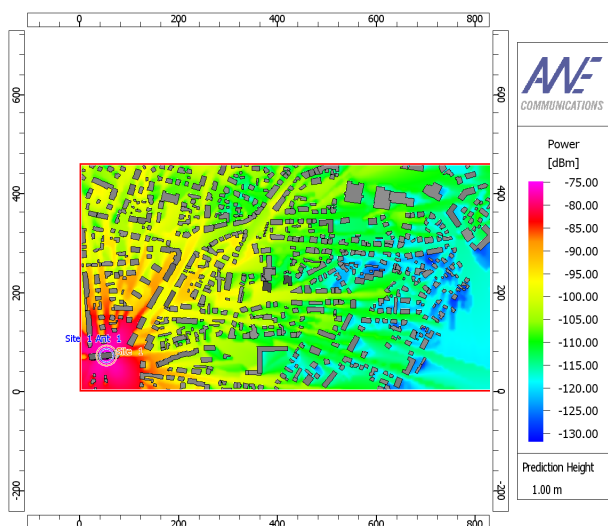
Три са параметрите, измервани в експеримента: интензитет на електрично поле, създавано от предавателя (Field Strength, $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$), загуби при разпространение (Path Loss, dB) и мощност на полето в точка на приемане (Power, dBm).

Измерванията са извършени на четири височини на равнината на наблюдение за обстойно анализиране на характера на разпространението на сигнала.



Фиг. 5. Загуби при разпространение
(Dominant Path Model)

При височините 1 и 3 метра се обхващат зоните в близост до земната повърхност. Това са зоните с най-голяма наситеност на обекти (хора, автомобили, сгради и други).

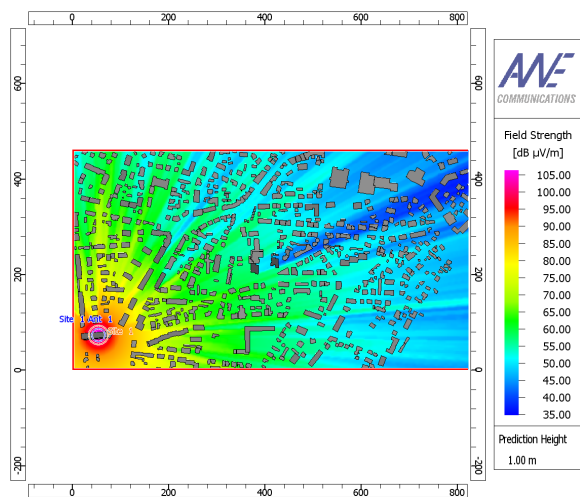


Фиг. 6. Мощност на радиосигнала
(Dominant Path Model)

В тях в най-голяма степен се отчита влиянието на дифракцията, отраженията и затихванията върху разпространението на сигнала.

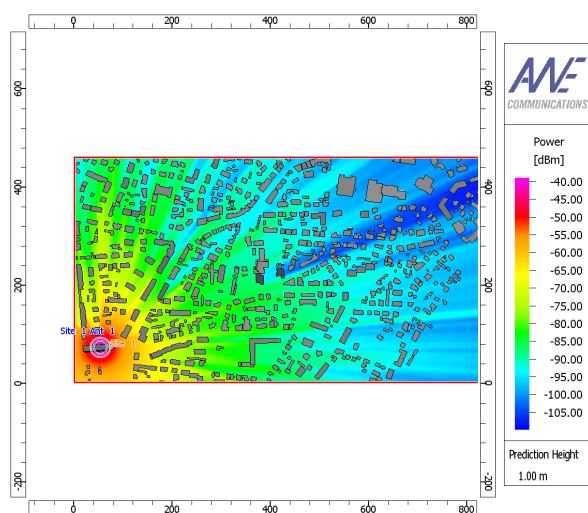
Вторият експеримент, при същите условия, е реализиран, използвайки COST 231: Разширен модел на Уолфиш-Икегами. Резултатите са показани на фиг.7 и фиг.8.

При този метод на изчисление на разпространението на радиосигнала влиянието на височината на сградите е осезателно.



Фиг. 7. Интензитет на електричното поле
(COST 231:Extended Walfisch-Ikegami-Model)

Както се вижда от фиг.7 и фиг.8 по-голямата височина на сградите в централната част създава радиосянка с ясно забележими граници.

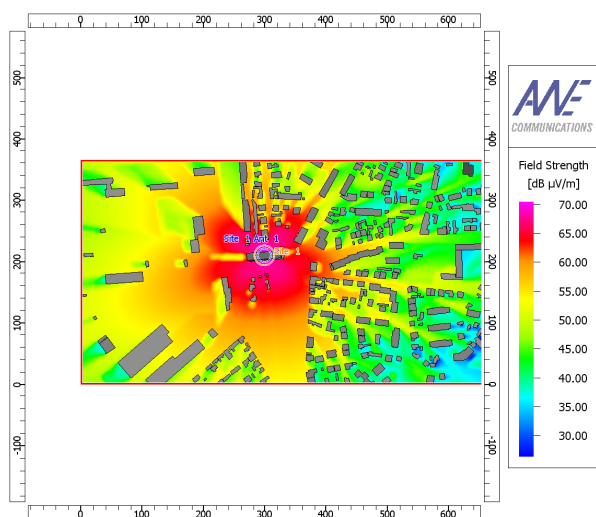


Фиг. 8. Мощност на радиосигнала
(COST 231:Extended Walfisch-Ikegami-Model)

Явлението е аналогично и за по-ниските сгради.

За да се визуализира и изследва територията на целия микрорайон на фиг.9 е показан експеримента, чрез разполагане на точката за достъп в централната част (до момента тази част беше игнорирана вследствие малката плътност на застрояване).

Вижда се, че и останалите места от територията на микрорайона се обслужват с достатъчен по интензитет сигнал. В

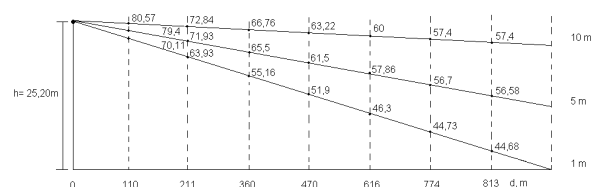


Фиг. 9. Интензитет на електричното поле при централно разположение на точката за достъп

определени зони на измерване, които са били под въздействието на радиосвянка, с издигане на равнината на измерване стойностите на изследваните параметри се подобряват. Това се дължи на по-големия брой директни лъчи, попаднали в зоната. Освен това се освобождава все по-голяма част от елипсоида, формиращ първа Френелова зона. С нарастване на височината се наблюдава, че при по-малката плътност на сградите, разпространението на сигнала придобива характер, подобен на разпространението в свободното пространство.

При фиксирана стойност на мощността на точката за достъп (20 dBm) от резултатите на изследването се вижда, че във всички възможни приемни точки на разглеждания микрорайон се осигурява достатъчна енергия на полезния сигнал. Тези анализи могат да бъдат обобщени чрез графичните зависимости на интензитета на електричното поле, показани на фиг.10, при мощност на излъчване 20 dBm и използван метод на изчисление на разпространението COST 231:Extended Walfisch-Ikegami-Model. Височината на приемната точка е съответно 1 m, 5 m и 10 m, с което се обхващат всички потенциални абонати.

От съществено значение е, че на тази територия работят много радиоелектронни устройства в този и в близки честотни диапазони и за да се реализират изискванията за електромагнитна съвместимост е желателно да се намали мощността на излъчвания сигнал.



Фиг. 10. Интензитет на електричното поле (COST 231:Extended Walfisch-Ikegami-Model, $P_{AP} = 100mW$)

Поради тази причина е направено изследване при излъчена мощност от предавателната точка 10 dBm.

От изследването се вижда, че и при намалена стойност на мощността на предавателя се запазва поведението на стойностите на интензитета, мощността в приемните точки и затихването, което показва, че математичните модели са адекватни при различни стойности на предавателната мощност.

Таблица 2

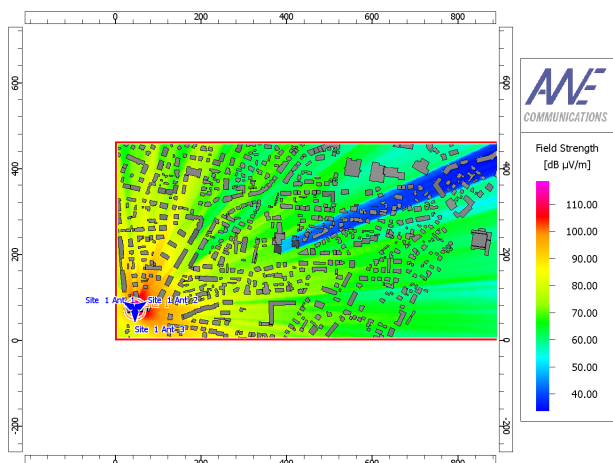
Височина, m	Разстояние от AP, m	110	211	360	470	616	774	813
3	№ на точка	1	2	3	4	5	6	7
	Величини							
	Интензитет, dB μV/m	88	77	67	65	59	58	58
	Мощност, dBm	-52	-67	-77	-80	-86	-87	-87

В табл.2 са показани стойностите на параметрите при честота 2,4 GHz, мощност 100 mW и модел на изчисление на разпространението COST 231. Стойностите са измерени при височина на равнината на разпространение 3 m относно параметрите интензитет E, dBμV/m и мощност P, dBm в точката приемане. Тези стойности са отчетени от симулацията на микрорайона, чийто точка за достъп е показана на фиг.3.

За увеличаване ефективността на проектираната WLAN мрежа в точките за достъп е необходимо да се използват насочени (секторни) антени. Експериментът е реализиран с помощта на 3 секторни антени (120°). Те ще работят при същите стандартни стойности на мощността (20 dBm) и същевременно ще наситят съответната територия, ограничена от диаграмата на насочено действие, с много по-добър сигнал (фиг.11).

От табл. 3 се вижда, че при едни и същи мощности на излъчване (20 dBm) разликата в стойностите и на двата параметъра е почти винаги около 10 dB, като се запазва по-

ведението на радиополето при използването на насочена антена.



Фиг. 11. Излъчване с помощта на трисекторна антена

Таблица 3

Височина, m	Разстояние от AP, m	110	211	360	470	616	774	813	Вид антена
	№ на точка	1	2	3	4	5	6	7	
	Величини								
3	Интензитет, dB μV/m	88	77	68	65	59	58	58	Трисекторна
	Мощност, dBm	-52	-68	-77	-80	-86	-87	-87	
3	Интензитет, dB μV/m	79	67	59	55	51	48	49	Омни
	Мощност, dBm	-70	-78	-87	-89	-95	-95	-92	

При трисекторната антена важно въздействие оказва нейната насоченост в определената посока. Това води до нарастване ефективността на радиоразпръскването, което ще доведе до повишаване на трансферните скорости при Wi-Fi мрежата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Чрез софтуерната платформа WinProp на фирмата AWE Communications е проектирана Wi-Fi мрежа на един градски микрорайон. Изследвано е поведението на интензитета на електричното поле, загубите от разпространение на сигнала и мощността в приемната точка в зависимост от сложните реални теренни условия на градската среда, използвайки подходящите математични модели на разпространение на радиосигнала.

За да се реализират изискванията за електромагнитна съвместимост е изследвана възможността точките за достъп да излъчват с намалена мощност (10 dBm) без да се нарушава качеството на обслужването.

За постигане на по-голяма ефективност на Wi-Fi мрежата е възможно използването и на 5 GHz - диапазон, което ще доведе до многократно повишаване на трансферните скорости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Добош, Л. и колектив. Мобилни радиомрежи. Джиев Трейд, София, 2005.
- [2] T. S. Rappaport, Wireless Communications: Principles and Practice, 2nd, Prentice Hall, 2002.
- [3] W. Stallings, Wireless Communications and Networks, 2nd Ed., Prentice Hall, 2005.
- [4] Matthew Gast, 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide, O'Reilly, 2002.
- [5] WinProp, софтуерен продукт на AWE-Communications.