

УДК 621.379

О.В. Висоцький, С.А. Макаров, В.В. Поляков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ОСВОЄННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО СПЕКТРУ УКРАЇНИ

У статті наводиться методика визначення показників освоєння радіочастотного спектру України для випадків регіонального та національного ліцензування радіочастотного ресурсу України та приклад розрахунку відсотку покриття території та відсотку охоплення населення для однієї радіотехнології мережі стільникового зв'язку.

Ключові слова: показник освоєння радіочастотного спектру України, відсоток покриття території, відсоток охоплення населення, коефіцієнт, розрахунок.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз публікацій. У зв'язку з активним розвитком в Україні мережі рухомого та фіксованого зв'язку радіотехнологій GSM 900, GSM 1800, CDMA 800, CDMA 2000-1x, CDMA EV-DO, впровадженням перспективних радіотехнологій WCDMA/UMTS, WiMAX та радіотехнологій, які плануються до застосування спеціальними користувачами, дається взнаки обмеженість радіочастотного спектру (РЧС). Тому постає питання визначення критеріїв та показників ефективного використання РЧС України [1, 2].

Водночас більшість країн Європейського Союзу через вимоги Директиви 97/13/ЕС [3] та згідно доповіді ERC Report 61 СЕРТ/ЕСС [4] тривалий час використовує показники освоєння РЧС при проведенні тендерів (аукціонів) на отримання ліцензій. Після проведення тендеру (аукціону) показники корегуються Регулятором разом з переможцем тендеру (аукціону) і включаються до ліцензійних умов [5, 6].

На теперішній час діючими правовими актами не визначені критерії освоєння радіочастотного ресурсу України. Залишаються не визначеними також і конкретні числові показники освоєння РЧС. Відсутність таких показників має наступні негативні наслідки:

неефективне використання РЧС операторами зв'язку окремих радіотехнологій, що використовують радіочастотний ресурс (РЧР) на виключній основі;

неефективне використання РЧС операторами зв'язку в окремих регіонах України;

неможливість оцінки поточної діяльності оператора зв'язку щодо покриття території, населених пунктів, важливих транспортних шляхів та охоплення населення регіонів;

неможливість припинити діяльність оператора зв'язку, який не використовує РЧС, що наданий на виключній основі;

складність проведення конверсії РЧС з метою впровадження перспективних радіотехнологій з урахуванням показників ефективного використання спектру.

Тому завдання щодо визначення числових показників освоєння РЧС операторами зв'язку, які використовують радіочастотний ресурс на виключній основі, є актуальним на теперішній час.

Метою статті є розробка методики визначення показників освоєння РЧС України для введення даних показників до ліцензійних умов за визначеним критерієм і наступного моніторингу виконання цих умов операторами зв'язку.

Викладення основного матеріалу

Методика визначення показників освоєння РЧС повинна включати: розрахунок відсотку покриття території адміністративно-територіальних одиниць України; розрахунок відсотку охоплення населення адміністративно-територіальних одиниць України; розрахунок відсотку покриття території та охоплення населення України (для випадку національного ліцензування РЧР).

Показник покриття території регіону характеризує ступінь охоплення території у відсотках по відношенню до загальної території регіону. В Україні під регіоном слід вважати область, АР Крим, міста Київ та Севастополь, оскільки ліцензування РЧР проводиться для адміністративно-територіальних одиниць України.

Числове значення показника покриття території залежить від величини площі території області, адміністративного статусу регіону, кількості міст і населених пунктів, відібраних за ознакою щільності населення або пріоритетності (пункти перепустки на кордоні) розвитку телекомунікаційної мережі, довжини магістральних шляхів сполучення та рівня розвитку соціальної, виробничої та ділової інфраструктури області.

Слід відзначити, що показник покриття території повинен враховувати особливості радіотехнології

й поширення радіохвиль у різних діапазонах частот та приймає різні числові значення у залежності від етапу розвитку мережі. Тому в якості числового значення показника покриття території регіону доцільно обрати відсоток покриття території.

Відсоток покриття території регіону $\Pi_S(T)$ обчислюється за формулою (значення Π_S не може перевищувати 100 %):

$$\Pi_S(T) = \Pi_{S_0} \cdot K_S \cdot \left(1 + \frac{F_S(T-1)}{\chi_S} \right), \quad (1)$$

де Π_{S_0} – базовий (початковий) відсоток покриття території регіону;

$F_S(T-1)$ – функція, яка визначає часовий закон зміни відсотку покриття території регіону та характеризує темпи розвитку телекомунікаційних мереж різноманітних радіотехнологій;

T – термін освоєння РЧР за роками, звичайно вимірюється у кількості років, які визначають тривалість етапів освоєння РЧР після початку надання телекомунікаційних послуг;

χ_S – корегуючий коефіцієнт темпів розвитку телекомунікаційних мереж різноманітних радіотехнологій, який визначає річне зростання відсотку покриття території;

K_S – коефіцієнт регіонально-адміністративних особливостей регіону.

Числове значення базового відсотку покриття території регіону Π_{S_0} визначається Регулятором у сфері телекомунікацій. На підставі аналізу досвіду розгортання мереж різних радіотехнологій у країнах Європи та в Україні Π_{S_0} становить 25...35 %.

Функція $F_S(T-1)$ є алгебраїчною раціональною (іраціональною) функцією. У залежності від особливостей радіотехнології телекомунікаційної мережі функція $F_S(T-1)$ може бути лінійною, ступеневою або їх сукупністю.

Термін T може становити: два роки, три роки та більше цілих років, але за досвідом регуляторних органів Європи даний термін не перевищує десяти років.

Корегуючий коефіцієнт χ_S впливає на величину річного збільшення відсотку покриття території за кожний наступний рік після першого. За результатами експертних оцінок та аналізу [6, 7] корегуючий коефіцієнт χ_S обираємо рівним 3.

Коефіцієнт K_S обчислюється за формулою:

$$K_S = \delta_S \cdot k_{ac} \cdot k_{np} \cdot k_{шл} \cdot k_{розв} \cdot k_{RTs}, \quad (2)$$

де δ_S – відносна нормована величина площі території регіону надання телекомунікаційних послуг;

k_{ac} – коефіцієнт, який відображає адміністративний статус регіону;

k_{np} – коефіцієнт, який враховує наявність міст і населених пунктів, відібраних за ознакою щільнос-

ті населення або пріоритетності (пункти перепустки на кордоні) розвитку телекомунікаційної мережі у регіоні;

$k_{шл}$ – коефіцієнт магістральних шляхів сполучення у регіоні;

$k_{розв}$ – коефіцієнт, який відображає рівень розвитку соціальної, виробничої та ділової інфраструктури регіону;

k_{RTs} – коефіцієнт, який відображає особливості радіотехнології щодо покриття території.

Для випадку отримання оператором зв'язку національної ліцензії на користування РЧР визначення числового значення відсотку покриття території України Π_{S_N} проводиться за формулою:

$$\Pi_{S_N}(T) = \frac{100}{S_{Україна}} \% \sum_{i=1}^k \frac{\Pi_{S_i}(T) \cdot S_i}{100 \%}, \quad (3)$$

де S_i – площа території i -го регіону України;

$S_{Україна}$ – загальна площа території України.

Показник охоплення населення регіону характеризує ступінь охоплення населення послугою зв'язку у відсотках по відношенню до загальної чисельності населення регіону.

Числове значення показника охоплення населення залежить від величини кількості населення регіону надання телекомунікаційних послуг, адміністративного статусу регіону, купівельної спроможності населення регіону та вікового складу населення регіону.

Слід відзначити, що показник охоплення населення повинен враховувати особливості радіотехнології та приймає різні числові значення у залежності від часу розвитку мережі. Тому в якості числового значення показника охоплення населення регіону доцільно обрати відсоток охоплення населення.

Відсоток охоплення населення регіону $\Pi_H(T)$ обчислюється за формулою (значення Π_H не може перевищувати 100 %):

$$\Pi_H(T) = \Pi_{H_0} \cdot K_H \cdot \left(1 + \frac{F_H(T-1)}{\chi_H} \right), \quad (4)$$

де Π_{H_0} – базовий (початковий) відсоток охоплення населення регіону;

$F_H(T-1)$ – функція, яка визначає часовий закон зміни відсотку охоплення населення регіону та характеризує темпи розвитку телекомунікаційних мереж різноманітних радіотехнологій;

χ_H – корегуючий коефіцієнт темпів розвитку телекомунікаційних мереж різноманітних радіотехнологій, який визначає річне зростання відсотку охоплення населення;

K_H – коефіцієнт охоплення населення регіону послугами зв'язку.

Числове значення базового відсотку охоплення населення послугами зв'язку регіону Π_{H_0} визначається Регулятором у сфері телекомунікацій. На підставі аналізу досвіду розгортання мереж різних радіотехнологій у країнах Європи та в Україні Π_{H_0} становить 10...20 %.

Функція $F_H(T-1)$ у залежності від особливостей радіотехнології телекомунікаційної мережі може бути лінійною, ступеневою або їх сукупністю.

Корегуючий коефіцієнт χ_H впливає на величину річного збільшення відсотку охоплення населення за кожний наступний рік після першого. За результатами експертних оцінок та аналізу [6, 7] корегуючий коефіцієнт χ_H обираємо рівним 1,5.

Коефіцієнт K_H обчислюється за формулою:

$$K_H = k_H \cdot k_{ac} \cdot k_{kc} \cdot k_{vik} \cdot k_{RT_H}, \quad (5)$$

де k_H – коефіцієнт кількості населення регіону, який залежить від відносної нормованої величини кількості населення регіону δ_H надання телекомунікаційних послуг. Диспропорція кількості населення за регіонами України потребує для зменшення чутливості k_H застосування методів аналітичного вирівнювання відносно δ_H , тому обираємо $k_H = \sqrt{\delta_H}$. Це призводить до форсування освоєння РЧР за показником охоплення населення у регіонах з малою кількістю населення;

k_{ac} – коефіцієнт, який відображає адміністративний статус регіону;

k_{kc} – коефіцієнт, який враховує купівельну спроможність населення регіону;

k_{vik} – коефіцієнт, який враховує вік (працездатність) населення регіону;

k_{RT_H} – коефіцієнт, який відображає особливості радіотехнології щодо охоплення населення.

Для випадку отримання оператором зв'язку національної ліцензії на користування РЧР визначення числового значення відсотку охоплення населення України Π_{H_N} проводиться за формулою:

$$\Pi_{H_N}(T) = \frac{100 \%}{N_{Україна}} \sum_{i=1}^k \frac{\Pi_{H_i}(T) \cdot N_i}{100 \%}, \quad (6)$$

де N_i – кількість населення i -го регіону України,

$N_{Україна}$ – загальна кількість населення України.

Числові показники освоєння РЧС мають відображати регіональні особливості розвитку мереж стільникового зв'язку, тобто, в залежності від регіону мати індивідуальні значення. Для визначення регіонально-адміністративного фактору впливу на числові показники освоєння РЧС необхідно провес-

ти аналіз наступних чинників:

площі території областей України та АР Крим; наявності і переліку міст і населених пунктів, відібраних за ознакою щільності, адміністративного статусу;

щільності населення у регіоні в цілому, в окремих містах, населених пунктах (з визначенням граничного рівня населення міста, населеного пункту, для якого застосовується критерій);

наявності і переліку магістральних шляхів міжнародного і національного значення, інших важливих шляхів у регіонах України;

рівня розвитку соціальної, виробничої та ділової інфраструктури регіонів України;

кількості населення областей України та АР Крим;

купівельної спроможності населення регіонів України;

вікового складу населення регіону та частини працездатного населення для адміністративно-територіальних одиниць України.

Аналіз вищезазначених чинників регіонально-адміністративного фактору впливу доцільно проводити у поєднанні з параметрами та коефіцієнтами виразів (2), (3), (5), (6).

Площа територій областей України, АР Крим, м. Києва та м. Севастополя, відносна величина площі територій регіонів України та відносна нормована величина площі території δ_S областей України та АР Крим наведені у табл. 1. Ці значення отримано на підставі даних Державного комітету статистики України. Для м. Києва та м. Севастополя з урахуванням їх спеціального статусу як адміністративно-територіальної одиниці України δ_S приймається рівною 1.

Адміністративний статус регіону у виразах (2), (5) враховано коефіцієнтом k_{ac} . Доцільно встановити наступні коефіцієнти k_{ac} : для областей України: $k_{ac} = 1$; для АР Крим: $k_{ac} = 1,1$; для м. Києва, м. Севастополя: $k_{ac} = 1,2$.

За економічним показником капітальних інвестицій регіонів України розрахована відносна нормована величина капітальних інвестицій $\delta_{розв}$, на підставі якої визначено числове значення коефіцієнту $k_{розв}$, який відображає рівень розвитку соціальної, виробничої та ділової інфраструктури регіону.

За критерії визначення коефіцієнту $k_{розв}$ обрано: $k_{розв} = 0,9$ за умови $0 \leq \delta_{розв} \leq 0,3$; $k_{розв} = 0,95$ за умови $0,3 < \delta_{розв} \leq 0,5$; $k_{розв} = 1$ за умови $\delta_{розв} > 0,5$. Для Києва та Севастополя $k_{розв} = 1$. Значення коефіцієнту $k_{розв}$ для регіонів України наведені у табл. 2.

Таблиця 1

Відносна нормована величина площі території δ_S

Адміністративно-територіальні одиниці України	Площа області S (тис. кв. км.)	Відносна величина S	δ_S
Україна	603,7	1,0	-
АР Крим	26,1	0,0432	0,78
Вінницька	26,5	0,0439	0,80
Волинська	20,1	0,0333	0,60
Дніпропетровська	31,9	0,0528	0,96
Донецька	26,5	0,0439	0,80
Житомирська	29,8	0,0494	0,89
Закарпатська	12,8	0,0212	0,38
Запорізька	27,2	0,0451	0,82
Івано-Франківська	13,9	0,0230	0,42
Київська	28,1	0,0465	0,84
Кіровоградська	24,6	0,0407	0,74
Луганська	26,7	0,0442	0,80
Львівська	21,8	0,0361	0,65
Миколаївська	24,6	0,0407	0,74
Одеська	33,3	0,0552	1,00
Полтавська	28,8	0,0477	0,86
Рівненська	20,1	0,0333	0,60
Сумська	23,8	0,0394	0,71
Тернопільська	13,8	0,0229	0,41
Харківська	31,4	0,0520	0,94
Херсонська	28,5	0,0472	0,86
Хмельницька	20,6	0,0341	0,62
Черкаська	20,9	0,0346	0,63
Чернівецька	8,1	0,0134	0,24
Чернігівська	31,9	0,0528	0,96
м. Київ	0,8	0,0013	1
м. Севастополь	0,9	0,0015	1

За результатами аналізу кількості великих міст у регіонах України пропонується встановити наступні значення коефіцієнту $k_{\text{нп}}$, які наведені у табл. 3. За критерії визначення $k_{\text{нп}}$ обираємо: $k_{\text{нп}} = 1,1$ за умови наявності у регіоні більше 11-ти міст та більше 2-х міст з населенням 50 тис. осіб; $k_{\text{нп}} = 1,2$ за умови наявності у регіоні більше 19-ти міст та більше 3-х міст з населенням 50 тис. осіб; для інших випадків $k_{\text{нп}} = 1$.

Перелік магістральних шляхів міжнародного і національного значення, інших важливих шляхів у регіонах України визначений Постановою Кабінету Міністрів України від 24 червня 2006 р. № 865 "Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення".

Для визначення коефіцієнту магістральних шляхів сполучення $k_{\text{шл}}$ за регіонами України розраховано відносну нормовану величину шляхів міжнародного та національного значення $\delta_{\text{шл}}$.

У табл. 3 наведені значення коефіцієнту магістральних шляхів сполучення $k_{\text{шл}}$ згідно наступних

Таблиця 2

Значення коефіцієнту $k_{\text{розв}}$

Адміністративно-територіальні одиниці України	Капітальні інвестиції	$\delta_{\text{розв}}$	$k_{\text{розв}}$
АР Крим	5444,9	0,39	0,95
Вінницька	2923,6	0,21	0,9
Волинська	2409,4	0,17	0,9
Дніпропетровська	12309,8	0,89	1
Донецька	13799,6	1,00	1
Житомирська	2249,3	0,16	0,9
Закарпатська	2335,1	0,17	0,9
Запорізька	4545,0	0,33	0,95
Івано-Франківська	3306,5	0,24	0,9
Київська	8038,3	0,58	1
Кіровоградська	2086,9	0,15	0,9
Луганська	6409,5	0,46	0,95
Львівська	6835,3	0,50	1
Миколаївська	3475,8	0,25	0,9
Одеська	9176,6	0,66	1
Полтавська	5879,5	0,43	0,95
Рівненська	2574,3	0,19	0,9
Сумська	1822,7	0,13	0,9
Тернопільська	1397,3	0,10	0,9
Харківська	4596,8	0,33	0,95
Херсонська	1777,2	0,13	0,9
Хмельницька	2382,7	0,17	0,9
Черкаська	3734,8	0,27	0,9
Чернівецька	1621,2	0,12	0,9
Чернігівська	2046,9	0,15	0,9
м. Київ		-	1
м. Севастополь		-	1

критеріїв визначення, а саме: $k_{\text{шл}} = 1$ за умови $0 \leq \delta_{\text{шл}} \leq 0,7$; $k_{\text{шл}} = 1,1$ за умови $\delta_{\text{шл}} > 0,7$. Для м. Києва та м. Севастополя $k_{\text{шл}} = 1$.

Кількість населення областей України, АР Крим, м. Києва й м. Севастополя, відносна нормована величина населення $\delta_{\text{н}}$ та коефіцієнт кількості населення $k_{\text{н}}$ областей України та АР Крим наведені у табл. 4. Ці значення отримано на підставі даних Державного комітету статистики України. Для м. Києва та м. Севастополя $k_{\text{н}}$ рівний 1.

Купівельну спроможність населення регіонів України доцільно визначати за величиною номінальної заробітної плати населення. Тому коефіцієнт $k_{\text{кв}}$, визначений як відносна нормована величина номінальної заробітної плати населення за областями України й АР Крим та наведений у табл. 4. Для м. Севастополя $k_{\text{кв}} = 1$. Для м. Києва $k_{\text{кв}}$ розрахований як відношення номінальної заробітної плати населення м. Києва до номінальної заробітної плати населення Донецької області (максимальне значення заробітної плати населення регіонів) та дорівнює 1,62.

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів $k_{\text{нп}}$ та $k_{\text{шл}}$

Адміністративно-територіальні одиниці України	Кількість районів	Кількість міст	Кількість міст (більше 50 тис. нас.)	$k_{\text{нп}}$	Довжина шляхів "М" та "Н", км	Відносна величина шляхів "М" та "Н"	$\delta_{\text{шл}}$	$k_{\text{шл}}$
АР Крим	14	16	5	1,1	789,8	0,0612	0,91	1,1
Вінницька	27	18	1	1	357,4	0,0277	0,41	1
Волинська	16	11	3	1	497,5	0,0385	0,57	1
Дніпропетровська	22	20	9	1,2	793,5	0,0615	0,91	1,1
Донецька	18	52	16	1,2	700,4	0,0542	0,81	1,1
Житомирська	22	11	4	1	501,4	0,0388	0,58	1
Закарпатська	13	11	2	1	470	0,0364	0,54	1
Запорізька	20	14	4	1,1	525,3	0,0407	0,60	1
Івано-Франківська	14	15	3	1,1	436,5	0,0338	0,50	1
Київська	24	26	4	1,2	710,3	0,0550	0,82	1,1
Кіровоградська	21	12	2	1	740,3	0,0573	0,85	1,1
Луганська	18	37	12	1,2	353,5	0,0274	0,41	1
Львівська	20	44	4	1,2	869,8	0,0674	1,00	1,1
Миколаївська	19	9	2	1	425,6	0,0330	0,49	1
Одеська	26	19	4	1,1	691	0,0535	0,79	1,1
Полтавська	25	15	3	1,1	636,9	0,0493	0,73	1,1
Рівненська	16	11	1	1	384,6	0,0298	0,44	1
Сумська	18	15	3	1,1	351,4	0,0272	0,40	1
Тернопільська	17	18	1	1	425,6	0,0330	0,49	1
Харківська	27	17	3	1,1	414,2	0,0321	0,48	1
Херсонська	18	9	1	1	385,8	0,0299	0,44	1
Хмельницька	20	13	2	1	323,7	0,0251	0,37	1
Черкаська	20	16	3	1,1	467,1	0,0362	0,54	1
Чернівецька	11	11	1	1	229,7	0,0178	0,26	1
Чернігівська	22	6	3	1	430,7	0,0334	0,50	1
м. Київ	-	-	-	1	-	-	-	1
м. Севастополь	-	-	-	1	-	-	-	1

За результатами аналізу вікового складу населення та відсотку працездатного населення за регіонами України визначений віковий коефіцієнт $k_{\text{вік}}$, як відносна нормована величина відсотку працездатного населення регіонів України. Значення вікового коефіцієнту $k_{\text{вік}}$ наведені у табл. 4.

Аналіз кількості наданих дозволів на експлуатацію РЕЗ (рис. 1) та кількості частотних присвоєнь за роками розвитку телекомунікаційних мереж дозволяє апроксимувати темпи розвитку лінійним законом, тобто $F_S(T-1) = T-1$. Функцію $F_H(T-1)$ також доцільно обрати лінійною. Крутизна функцій $\Pi_S(T)$, $\Pi_H(T)$ визначається коефіцієнтами K_S і K_H відповідно, та має різні значення для випадку різних радіотехнологій у залежності від коефіцієнтів k_{RTs} і k_{RTH} .

Щодо визначення коефіцієнтів k_{RTs} , k_{RTH} , які характеризують вплив особливостей радіотехнологій на показники освоєння РЧС, слід зазначити наступне. Показник покриття території більш притаманний для систем рухомого стільникового зв'язку, де має забезпечуватись безперервність надання послуги зв'язку для рухомих абонентських терміналів в межах певної території. При цьому, показник охо-

плення населення більше характеризує можливість доступу до послуг зв'язку для певної кількості абонентських терміналів без визначення точних кордонів покриття території. Застосування такого показника більш властиве для розвинутих мереж стільникового зв'язку, де безперервність покриття вже забезпечена, або для систем фіксованого радіодоступу (CDMA 800, WiMAX), де вимоги щодо покриття певної території строго не накладаються.

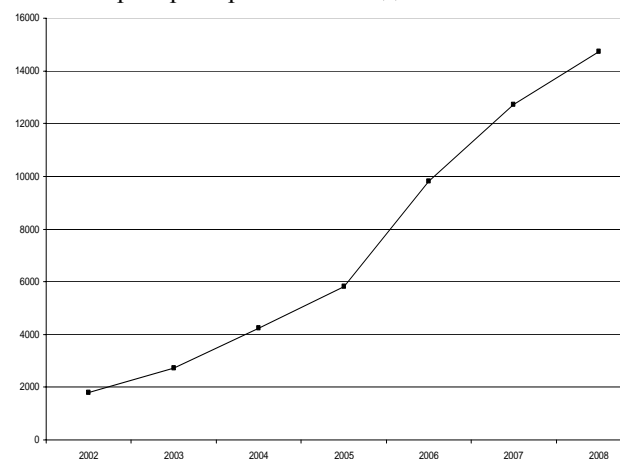


Рис. 1. Динаміка росту кількості наданих дозволів на експлуатацію РЕЗ радіотехнології GSM 900

Значення коефіцієнтів k_H , $k_{КС}$ та $k_{Вік}$

Адміністративно-територіальні одиниці України	Кількість населення	δ_H	k_H	Номінальна заробітна плата населення за листопад 2008 року, грн.	$k_{КС}$	Відсоток працездатного населення	$k_{Вік}$
Україна	46162805	-	-	-	-	-	-
АР Крим	1968128	0,44	0,66	1643	0,85	59,50	0,90
Вінницька	1661124	0,37	0,61	1473	0,76	54,37	0,82
Волинська	1036776	0,23	0,48	1415	0,73	56,40	0,85
Дніпропетровська	3379200	0,75	0,87	1810	0,94	58,54	0,89
Донецька	4509304	1	1	1934	1	58,39	0,88
Житомирська	1298074	0,29	0,54	1436	0,74	55,04	0,83
Закарпатська	1243146	0,28	0,53	1515	0,78	59,15	0,90
Запорізька	1824013	0,40	0,63	1787	0,92	58,66	0,89
Івано-Франківська	1381685	0,31	0,56	1573	0,81	56,72	0,86
Київська	1731194	0,38	0,62	1906	0,99	57,20	0,87
Кіровоградська	1030830	0,23	0,48	1452	0,75	55,59	0,84
Луганська	2337777	0,52	0,72	1772	0,92	58,55	0,89
Львівська	2554070	0,57	0,75	1607	0,83	57,94	0,88
Миколаївська	1197966	0,27	0,52	1701	0,88	58,85	0,89
Одеська	2391046	0,53	0,73	1657	0,86	59,29	0,90
Полтавська	1514830	0,34	0,58	1617	0,84	55,95	0,85
Рівненська	1151673	0,26	0,51	1566	0,81	56,77	0,86
Сумська	1187722	0,26	0,51	1517	0,78	56,55	0,86
Тернопільська	1094905	0,24	0,49	1410	0,73	55,49	0,84
Харківська	2783049	0,62	0,79	1719	0,89	60,08	0,91
Херсонська	1101651	0,24	0,49	1435	0,74	58,50	0,89
Хмельницька	1344098	0,30	0,55	1493	0,77	55,25	0,84
Черкаська	1308205	0,29	0,54	1495	0,77	55,02	0,83
Чернівецька	904020	0,20	0,45	1500	0,78	56,95	0,86
Чернігівська	1126030	0,25	0,50	1416	0,73	53,87	0,82
м. Київ	2747839	1	1	3140	1,62	65,98	1
м. Севастополь	379787	1	1	1760	1	61,40	0,93

Застосування показника охоплення населення виправдано також з економічної точки зору для мереж рухомого стільникового зв'язку, що використовують більш високі діапазони частот (GSM 1800, UMTS). Тому коефіцієнт k_{RTS} , який відображає особливості радіотехнології щодо покриття території, для радіотехнологій CDMA 800, WiMAX дорівнює нулю. Це свідчить про недоцільність використання показника відсотку покриття території регіонів України для даних радіотехнологій.

За вищевказаною методикою визначення показників освоєння радіочастотного спектру України проведені розрахунки відсотку покриття території та відсотку охоплення населення для радіотехнології мережі стільникового зв'язку GSM 900 для випадків національного та регіонального ліцензування РЧР України, результати яких наведено у табл. 5.

При розрахунках використані наступні початкові дані: базовий відсоток покриття території регіону P_{S_0} дорівнює 30 %, базовий відсоток охоплення населення регіону P_{H_0} дорівнює 20 %, коефіцієнт

$k_{RTS} = 1$ та коефіцієнт $k_{RTH} = 1$.

Результати розрахунків відсотку покриття території P_S та відсотку охоплення населення P_H для радіотехнології мережі стільникового зв'язку GSM 900 свідчать, що для індустріально-розвинутих регіонів з великою щільністю населення за п'ять років розвитку телекомунікаційної мережі P_S становить 69...89 %, P_H більше 41 %. Отримані значення показників освоєння РЧС не суперечать досвіду розвитку існуючих мереж стільникового радіозв'язку України та Європи.

Висновки

1. Методика визначення показників освоєння радіочастотного спектру України складається з:

розрахунку відсотку покриття території адміністративно-територіальних одиниць України послугами радіозв'язку для випадку регіонального ліцензування РЧР та на їх основі розрахунку відсотку покриття території України послугами радіозв'язку для випадку національного ліцензування РЧР;

Таблиця 5
Результати розрахунків відсотку покриття території та відсотку охоплення населення

Адміністративно-територіальні одиниці України	$\Pi_S(T)$			$\Pi_H(T)$		
	T=1	T=3	T=5	T=1	T=3	T=5
Україна	25	41	58	11	26	41
АР Крим	30	49	69	11	26	41
Вінницька	22	36	50	8	18	28
Волинська	16	27	38	6	14	22
Дніпропетровська	38	63	89	14	34	53
Донецька	32	53	74	18	41	65
Житомирська	24	40	56	7	15	24
Закарпатська	10	17	24	7	17	27
Запорізька	26	43	60	10	24	38
Івано-Франківська	12	21	29	8	18	28
Київська	33	55	78	11	25	39
Кіровоградська	22	37	51	6	14	22
Луганська	27	46	64	12	28	43
Львівська	26	43	60	11	26	40
Миколаївська	20	33	47	8	19	30
Одеська	36	61	85	11	26	41
Полтавська	30	49	69	8	19	31
Рівненська	16	27	38	7	17	26
Сумська	21	35	49	7	16	25
Тернопільська	11	18	26	6	14	22
Харківська	29	49	69	13	30	47
Херсонська	23	39	54	6	15	24
Хмельницька	17	28	39	7	17	26
Черкаська	19	31	44	7	16	25
Чернівецька	6	11	15	6	14	22
Чернігівська	26	43	60	6	14	22
м. Київ	36	60	84	24	56	88
м. Севастополь	36	60	84	22	52	82

розрахунку відсотку охоплення населення адміністративно-територіальних одиниць України послугами радіозв'язку для випадку регіонального ліцензування РЧР та на їх основі розрахунку відсотку охоплення населення України послугами радіозв'язку для випадку національного ліцензування РЧР.

2. Методика визначення показників освоєння РЧС України дозволяє отримувати числові значення

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСВОЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА УКРАИНЫ

О.В. Высоцкий, С.А. Макаров, В.В. Поляков

У статті приводиться методика определения показателей освоения радиочастотного спектра Украины для случаев регионального и национального лицензирования радиочастотного ресурса Украины и пример расчета процента покрытия территории и процента охвата населения для одной радиотехнологии сети сотовой связи.

Ключевые слова: показатель освоения радиочастотного спектра Украины, процент покрытия территории, процент охвата населения, коэффициент, расчет.

METHOD OF DETERMINATION OF UKRAINIAN SPECTRUM RADIOFREQUENCY FAMILIARIZATION INDEXES

O.V. Vysockij, S.A. Makarov, V.V. Poliakov

The method of determination of Ukrainian spectrum radiofrequency familiarization indexes for regional and national licensing cases of Ukrainian resources radiofrequency and the examples of calculation of territory covering percentage and population scope percentage for one radiotechnology net of mobile communication is given in the article.

Keywords: index of mastering of radio frequency spectrum of Ukraine, percent of coverage of territory, percent of scope of population, coefficient, calculation.

відсотку покриття території й відсотку охоплення населення адміністративно-територіальних одиниць України та України в цілому для введення даних показників до ліцензійних умов і наступного моніторингу виконання цих умов операторами зв'язку.

3. Методика визначення показників освоєння РЧС України потребує подальших досліджень в напрямку обґрунтування та визначення коефіцієнтів особливостей k_{RTs} , k_{RTH} , які характеризують вплив особливостей радіотехнологій на показники освоєння РЧС.

4. Отримані у результаті досліджень числові значення параметрів коефіцієнтів K_S і K_H враховують регіонально-адміністративні особливості й особливості населення регіонів України відповідно, що дозволяє використовувати значення цих коефіцієнтів при обчисленні показників освоєння РЧС України для різних випадків оформлення ліцензій на користування радіочастотним ресурсом.

Список літератури

1. План використання радіочастотного ресурсу України, затверджений ПКМ України від 09.06.2006 р. № 815 зі змінами та доповненнями. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
2. Recommendation ITU-R SM.1046-2 Definition of spectrum use and efficiency of a radio system.
3. Directive 97/13/EC of the European Parliament and of the Council of 10 April 1997 on a common framework for general authorizations and individual licenses in the field of telecommunications services.
4. ERC Report 61. Harmonisation of radiolicensing. Vilnius, February 2004.
5. Recommendation ITU-R SM. 2012 – Economic aspects of spectrum management.
6. Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (RTR-GmbH). [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.rtr.at/en/tk/FRQ_procedures.
7. Telecommunications. Central and Eastern Europe. Cross-Country Analysis. Cullen International May 2008.

Надійшла до редколегії 1.06.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Поповський, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.