

## ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ НА ХВИЛЬОВИЙ ОПІР КООКСІАЛЬНИХ РАДІОЧАСТОТНИХ КАБЕЛІВ

*Коаксіальні абонентські радіочастотні кабелі відносяться до категорії елементів мереж кабельного телебачення, параметри яких значною мірою визначають можливості системи в цілому. Розширення спектру робочих частот кабелів до 1000 МГц, передача цифрових телевізійних сигналів та сигналів мовлення, впровадження телебачення високої чіткості, – все це обумовлює більш жорсткі вимоги до хвильового опору, а значить і до конструкції кабелів. Встановлені норми на відхилення хвильового опору абонентських кабелів не відповідають сучасному стану вимог для надання комплексу якісних інтерактивних послуг. На основі виконаних розрахунків обґрунтовано значення відхилень діаметрів зовнішнього та внутрішнього провідників, а також діелектричної проникності матеріалу ізоляції. Для сучасних абонентських радіочастотних кабелів відхилення хвильового опору від нормованого середнього значення 75 Ом не повинно перевищувати  $\pm 2$  Ом.*

*Коаксиальные абонентские радиочастотные кабели относятся к категории элементов сетей кабельного телевидения, параметры которых существенно определяют возможности системы в целом. Расширение спектра рабочих частот кабелей до 1000 МГц, передача цифровых телевизионных сигналов и сигналов звукового сопровождения, внедрение телевидения высокой четкости, – обуславливают более жесткие требования к волновому сопротивлению, а значит и к конструкции кабелей. Установленные нормы на отклонения волнового сопротивления абонентских кабелей не отвечают современному состоянию требований для предоставления комплекса интерактивных услуг. На основе выполненных расчетов обоснованы значения отклонений диаметров внутреннего и внешнего проводников, а также диэлектрической проницаемости материала изоляции. Для современных абонентских радиочастотных кабелей отклонение волнового сопротивления от нормированного среднего значения 75 Ом не должно превышать  $\pm 2$  Ом.*

### ВСТУП

Інтенсивне впровадження оптичних кабелів в інформаційні мережі ні в якому разі не знімає питання відносно застосування коаксіальних кабелів і, в першу чергу, абонентських. Від цієї кабельної інфраструктури залежить якість отриманих як аналогових, так і цифрових сигналів.

Так, кабельна інфраструктура мереж кабельного телебачення повністю віддзеркалює етапи розвитку технологій кабельного телебачення: від аналогової - до цифрової. Відповідно до цього в мережі впроваджувались все більш досконалі конструкції магістральних кабелів: від коаксіальних – до оптичних. Оптичні кабелі застосовують в якості магістральних, при об'єднанні коаксіальних сегментів, при розвитку додаткових сервісів. Так з'явилася концепція гібридної волоконно-коаксіальної мережі [1].

Водночас перехід до цифрового телебачення накладає також високі вимоги, в першу чергу, до коаксіальної кабельної інфраструктури. Адже цифрове телебачення – інтерактивне, надає можливість перегляду багатьох програм, має підвищену якість прийому. Таким чином, передача цифрових телевізійних сигналів та сигналів мовлення, впровадження телебачення високої чіткості, обумовлюють більш жорсткі вимоги до параметрів передачі, насамперед, до хвильового опору, а значить і до конструкції абонентських радіочастотних кабелів. Адже *ці кабелі відносяться до категорії елементів, параметри яких значною мірою визначають можливості системи в цілому.* Абонентські радіочастотні кабелі повинні забезпечити передачу сигналів в спектрі частот до 1000 МГц. Це, так би мовити, "остання миля" мереж кабельного телебачення. Актуальність розгляду цього питання пов'язана з тим, що кабельні підприємства України випускають такі кабелі.

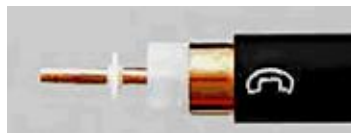
Метою статті є обґрунтування допусків на відхилення хвильового опору абонентських

радіочастотних кабелів в процесі виготовлення на основі чисельних розрахунків.

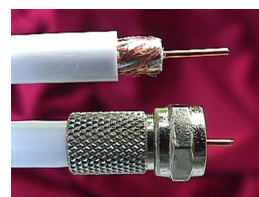
### Коаксіальні радіочастотні кабелі

*Коаксіальні кабелі відносяться до категорії елементів, параметри яких значною мірою визначають можливості системи в цілому.* У зв'язку з цим кабелі повинні мати досить низьке загасання у робочому діапазоні частот, високу однорідність хвильового опору і екранне загасання, механічну міцність і стійкість до впливу навколишнього середовища, високу економічність і технологічність виготовлення [2].

Зазначеним вимогам задовольняє широка номенклатура кабелів, які умовно можна розділити на 3 категорії (табл. 1): магістральні, які використовуються для подачі сигналів від головної станції до субмагістральних ліній (рис. 1,а); розподільчі, які застосовуються в субмагістральних лініях та лініях домових розподільчих мереж; абонентські, які призначені для підключення кінцевих пристроїв (рис. 1,б).



а



б

Рис. 1

В табл. 1 наведені допуски на відхилення значень хвильового опору від номінального 75 Ом. До

числа найбільш важливих параметрів кабелів відносяться загасання екранування, від значення якого залежить відношення сигналу до наведеної перешкоди. Встановлено, що при створенні систем в районах з напруженістю поля 100 мВ/м потрібні кабелі з загасанням екранування не менше 60 дБ.

Таблиця 1

Категорії кабелів в залежності від загасання		
Допустиме загасання $\alpha$ на частоті 200 МГц, дБ/100м, не більше	Допустиме відхилення хвильового опору від номінального значення, Ом	Область застосування
2,5	$\pm 2$	Магістральні лінії
2,5...4	$\pm 2$	Субмагістральні лінії і будинкові
4...8	$\pm 2,5$	Розподільчі лінії
8...13	$\pm 3$	Розподільчі лінії
13...21	$\pm 5$	Абонентські лінії

### Основні параметри коаксіальних кабелів

Коаксіальні кабелі характеризуються рядом параметрів, які можуть бути розділені на параметри стандартизації, конструктивні, технологічні, електричні, механічні, кліматичні, параметри надійності та якості.

До групи параметрів стандартизації включається марка кабелю, номер технічних умов. Конструктивні параметри – це опис матеріалів, розмірів та маси окремих елементів. До електричних належать первинні і вторинні параметри передачі, параметри екранування [2]. Для радіочастотних коаксіальних кабелів найбільш важливі електричні параметри: хвильовий опір  $Z_0$ , коефіцієнт загасання  $\alpha$ , електричний опір провідників  $R_{KK}$ , електричний опір ізоляції  $R_{I3}$ , електрична ємність  $C_{KK}$  та провідність ізоляції  $G_{KK}$ , індуктивність  $L_{KK}$ , опір зв'язку  $Z_c$ , коефіцієнт відбиття, коефіцієнт стоячої хвилі, нерівномірність частотних характеристик загасання і фази, структурні зворотні втрати (SRL, рис. 2).

Для розрахунку конструкції кабелю, визначення його максимальних можливостей крім діаметра ізоляції і хвильового опору треба знати еквівалентну діелектричну проникність, діаметр внутрішнього провідника (рис. 3).

Вторинні параметри  $Z_0$  – хвильовий опір і коефіцієнт загасання  $\alpha$  – широко використовуються для оцінки експлуатаційних і технічних якостей кабелю. Хвильовий опір – індивідуальна характеристика кабелю, що визначається конструкцією кабелю і матеріалами, які застосовуються при його виготовленні. Ця характеристика визначається первинними параметрами кабелю:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R_{KK} + j\omega\omega_{KK}}{G_{I3} + j\omega\omega_{KK}}} \quad \text{Ом.} \quad (1)$$

Оскільки первинні параметри кабелю – частотно-залежні, то хвильовий опір також залежить від частоти. В області високих частот хвильовий опір має активний характер (рис. 4):

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L_{KK}}{C_{KK}}} \quad (2)$$

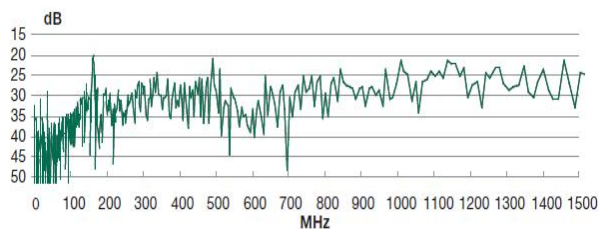


Рис. 2

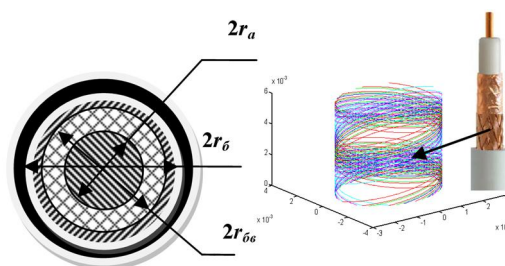


Рис. 3

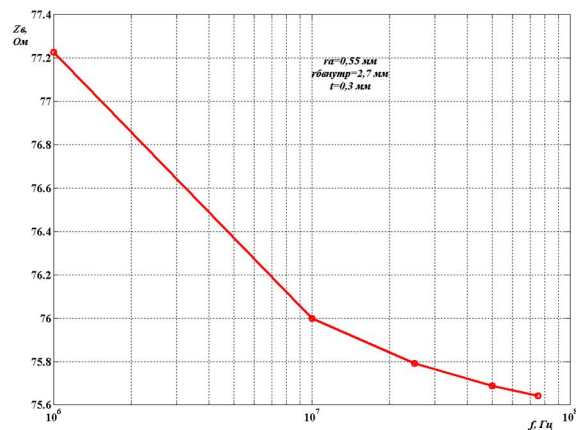


Рис. 4

На рис. 5 наведено розрахункові частотні залежності коефіцієнту загасання (крива 1) в абонентському радіочастотному кабелі з внутрішнім діаметром  $2r_a = 0,72$  мм, діаметром по ізоляції  $2r_b = 3,5$  мм. Провідники – мідні. Крива 3 – втрати в металевих частинах кабелю; криві 3, 1d, 2d, 3d – втрати в діелектрику при різних значеннях відносно діелектричної проникності матеріалу ізоляції та тангенсу кута діелектричних втрат (крива 2 – для суцільної поліетиленової ізоляції, криві 1d та 2d – для спіненої фізичним методом ізоляції на основі поліетилену або фторвмісних кабельних композицій: 50 % та 80 % наповнення азотом відповідно). Таким чином, коефіцієнт загасання залежить від конструкції кабелю, матеріалів провідників, ізоляції. Хвильовий опір – більш загальна характеристика коаксіальних радіочастотних кабелів (дивись табл. 1).

Напевно, що розширення спектру робочих частот кабелів, передача цифрових телевізійних сигналів та сигналів мовлення, впровадження телебачення високої чіткості, – обумовлюють більш жорсткі вимоги до хвильового опору, а значить і до конструкції кабелів [3-4].

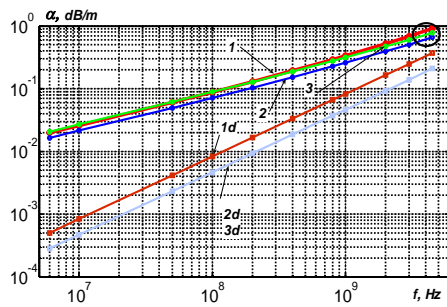


Рис. 5

**Допуски на відхилення хвильового опору абонентських кабелів, які при всіх схемах побудови мереж кабельного телебачення неодмінно залишаються для підключення телевізійних приймачів, повинні бути переглянуті в меншу сторону (дивись табл. 1). Це, так би мовити, "остання миля" мереж кабельного телебачення.**

**Вплив відхилення геометричних розмірів та діелектричної проникності на хвильовий опір радіочастотного кабелю**

Одним із найважливіших факторів при експлуатації коаксіальних радіочастотних кабелів мережі кабельного телебачення є забезпечення якісного прийому цифрових сигналів, спектр яких значно ширший, ніж у аналогових. А це призводить до того, що характеристики однорідності хвильового опору, тобто відхилення від середнього значення, повинні бути меншими.

Відхилення хвильового опору обумовлено, по-перше, якістю провідників та електроізоляційних матеріалів, які застосовуються для виготовлення кабелю, а по-друге, технологічними особливостями, як на стадії виготовлення самого кабелю, так і на стадії монтажу кабельної системи в мережі. В кабелі завжди є відхилення від ідеальної конструкції, які проявляються в відхиленні діаметрів провідників від номінальних значень, провідники розташовуються не строго коаксіально, змінюється форма їх перерізу, діелектрична проникність ізоляції по товщі ізоляції та по довжині кабелю – змінюється. Можливо також розташування провідників з ексцентриситетом, провідники та сама ізоляція мають еліптичну форму. Такі дефекти визначаються як конструктивні неоднорідності. Деформований коаксіальний кабель є неоднорідною лінією, в якій спостерігаються додаткові втрати (рис. 2).

Оцінимо відхилення хвильового опору в залежності від відхилень діаметрів провідників та діелектричної проникності від номінальних значень. Хвильовий опір для височастотного діапазону (формула 2) з урахуванням формул для зовнішньої індуктивності

$$L_{kk} \cong L_{внешн} = \frac{\mu_0 \mu}{\pi} \ln \frac{r_{bp}}{r_a}$$

та робочої ємності

$$C_{kk} = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_{экв}}{\ln \frac{r_b}{r_a}}$$

може бути записано у вигляді:

$$Z_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon_e}} \ln \frac{r_b}{r_a}, \quad (3)$$

де  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м – магнітна стала,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м – діелектрична стала,  $\epsilon_e$  – еквівалентна відносна діелектрична проникність матеріалу ізоляції,  $\mu$  – магнітна проникність матеріалу провідника (для діаманетиків – міді і парамагнетиків – алюмінію  $\mu=1$ ).

Таким чином, відхилення хвильового опору  $\pm \Delta Z_e$  залежить від відхилення діаметрів зовнішнього  $\pm \Delta(2r_b)$  та внутрішнього  $\pm \Delta(2r_a)$  провідників, а також діелектричної проникності  $\pm \Delta \epsilon_e$ :

$$\Delta Z_e = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0}} \left( \frac{\Delta r_b}{r_b} - \frac{\Delta r_a}{r_a} - \frac{\Delta \epsilon_e}{2\sqrt{\epsilon_e}} \ln \frac{r_b}{r_a} \right). \quad (4)$$

Відхилення геометричних розмірів та однорідність матеріалу ізоляції, яка визначає флуктуації діелектричної проникності, – випадкові величини з нормальним законом розподілення:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma_x}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}},$$

де  $\sigma_x$  – середнє квадратичне відхилення випадкової величини  $x$ , середнє значення якої  $x_0$ .

Середнє квадратичне відхилення хвильового опору, яке залежить від відхилень діаметрів провідників та діелектричної проникності:

$$\sigma_z = \sqrt{\left( \frac{\partial Z_e}{\partial r_b} \right)^2 \sigma_{r_b}^2 + \left( \frac{\partial Z_e}{\partial r_a} \right)^2 \sigma_{r_a}^2 + \left( \frac{\partial Z_e}{\partial \epsilon_e} \right)^2 \sigma_{\epsilon_e}^2}, \quad (5)$$

де  $\sigma$  з відповідними індексами є середнє-квадратичне відхилення діаметрів та діелектричної проникності;

$\frac{\partial Z_e}{\partial r_b}$ ,  $\frac{\partial Z_e}{\partial r_a}$ ,  $\frac{\partial Z_e}{\partial \epsilon_e}$  – часткові похідні першого

порядку рівняння (4):

$$\frac{\partial Z_e}{\partial r_b} = -\sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon_e}} \frac{1}{r_b}; \quad \frac{\partial Z_e}{\partial r_a} = \sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0 \epsilon_e}} \frac{1}{r_a};$$

$$\frac{\partial Z_e}{\partial \epsilon_e} = -\sqrt{\frac{\mu_0 \mu}{\epsilon_0}} \ln \frac{r_b}{r_a} \cdot \frac{1}{2\epsilon_e \sqrt{\epsilon_e}}.$$

Зв'язок між середнє-квадратичним відхиленням  $\sigma_x$  та самим відхиленням  $\Delta$  випадкової величини  $X$  для отримання в більшій мірі однорідної продукції з меншими відхиленнями від середнього значення в рамках концепції  $6\sigma$  [5]:

$$\sigma_x = \frac{1}{6} \Delta X. \quad (6)$$

Таким чином, відхилення хвильового опору з урахуванням (3) – (6) буде дорівнювати:

$$\Delta Z_e = \sqrt{\left( \frac{\partial Z_e}{\partial r_b} \right)^2 \Delta r_b^2 + \left( \frac{\partial Z_e}{\partial r_a} \right)^2 \Delta r_a^2 + \left( \frac{\partial Z_e}{\partial \epsilon_e} \right)^2 \Delta \epsilon_e^2}. \quad (7)$$

На рис. 6-9 наведені результати розрахунків відхилення хвильового опору радіочастотного кабелю при варіаціях діаметру внутрішнього, зовнішнього провідників та діелектричної проникності.



Для забезпечення відхилення хвильового опору на рівні  $\pm 2$  Ом відхилення внутрішнього провідника не повинно перевищувати  $\pm 0,0125$  мм (рис. 6); відхилення по діаметру ізоляції –  $\pm 0,020$  мм (рис. 7); діелектричної проникності –  $\pm 0,03$  (рис.9).

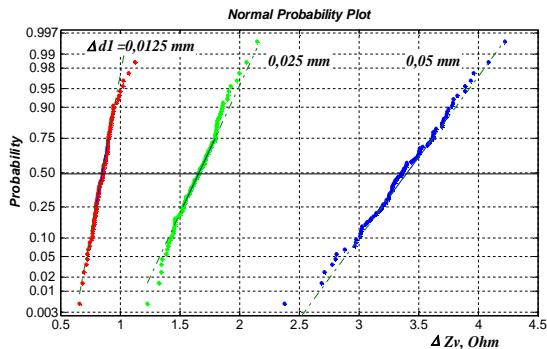


Рис. 6. Інтегральні функції розподілу відхилень хвильового опору при варіаціях внутрішнього діаметру  $\Delta(2r_a)$  від номінальних значень

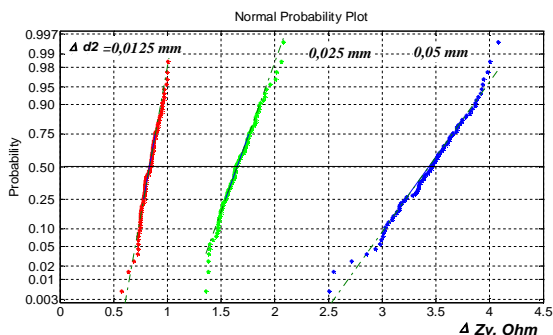


Рис. 7. Вплив варіацій діаметру по ізоляції  $\pm\Delta(2r_o)$  на відхилення хвильового опору

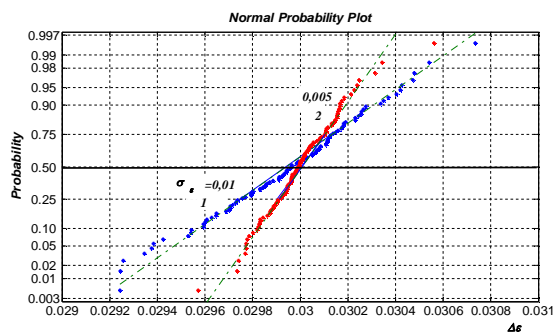


Рис. 8. Інтегральні функції розподілу відхилень еквівалентної діелектричної проникності  $\pm\Delta\epsilon_e$  від номінальних значень

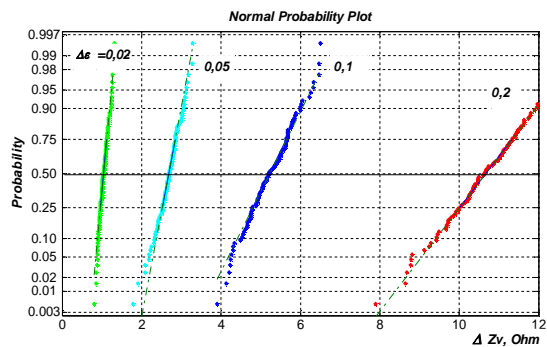


Рис. 9. Інтегральні функції розподілу відхилень хвильового опору при варіаціях еквівалентної діелектричної проникності

Для забезпечення більш жорсткої конструкції кабелю необхідно застосовувати систему підігріву жили, що сприяє поліпшенню адгезії тонкого суцільного шару ізоляції, який наноситься на внутрішній провідник при екструзії тришарової ізоляції [6]. Ізоляція кабелів виконується трьохшаровою: суцільний прошарок товщиною 10 мкм, який накладається на провідник; спінений та зовнішній суцільний прошарок товщиною 50 мкм [7].

Пристрій для підігріву в комплекті з мікропроцесорною системою встановлюється перед екструдером та підігріває провідник за допомогою індукційного нагріву. Ця система відображає параметри екструзії в графічному та цифровому вигляді на 8,4" TFT моніторі [8].

На рис. 10 наведено розрахункові криві розподілу температури по товщі ізоляції в різні моменти часу ( $i$  – номер прошарку по товщі ізоляції, починаючи з жили) при виході ізолюваного внутрішнього провідника з екструдера без системи підігріву жили (рис. 10, а, рис. 11) та з підігрівом (рис. 10, б-в). Порівняння режимів водяного охолодження показує, що при наявності підігріву жили твердіння ізоляції – більш рівномірне при температурі жили  $55$  °С (рис. 10.б). Процес починається з поверхні ізоляції, температура якої близька температурі прошарків біля жили. Це запобігає утворенню твердої корки, яка може потягнути на себе ще рідкий діелектрик в глибині ізоляції. І, як результат, унеможливує утворення повітряного прошарку біля жили (порівняйте верхні криві рис. 10, а-в)

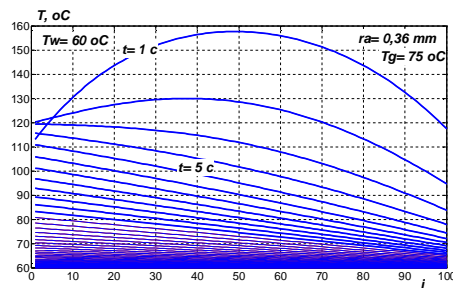
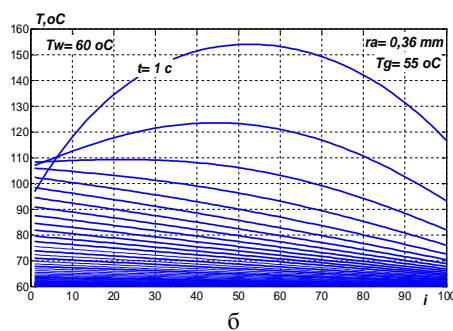
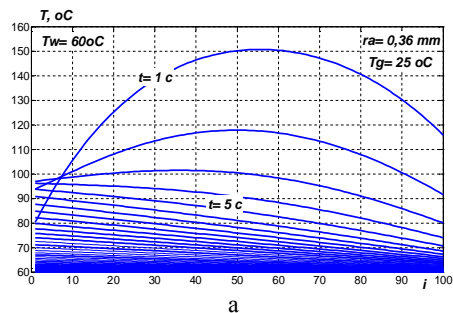


Рис. 10



Рис. 11

### ВИСНОВКИ

Таким чином, впровадження гібридних оптико-коаксіальних мереж кабельного телебачення дозволяє надавати абонентам стандартні аналогові та цифрові канали телебачення, розширений сервіс. І, як наслідок, спектр робочих частот кабелів розширюється. Це накладає більш жорсткі вимоги до коаксіальної кабельної інфраструктури, насамперед, найбільш "слабкого" ланцюга в такій мережі, яким є абонентський радіочастотний кабель. Встановлені норми на відхилення хвильового опору абонентських кабелів не відповідають сучасному стану вимог для надання комплексу якісних інтерактивних послуг.

Однорідність хвильового опору знаходиться в прямій залежності від допусків на конструктивні елементи кабелю. На основі виконаних розрахунків обґрунтовано значення відхилень діаметрів зовнішнього  $\pm\Delta(2r_0)$  та внутрішнього  $\pm\Delta(2r_1)$  провідників, а також діелектричної проникності  $\pm\Delta\epsilon_c$  абонентського радіочастотного кабелю.

Для сучасних абонентських радіочастотних кабелів відхилення  $\pm\Delta Z_c$  хвильового опору від нормованого значення 75 Ом не повинно перевищувати  $\pm 2$  Ом. Забезпечити це можливо завдяки сучасним системам контролю за технологією виготовлення та застосуванню системи підігріву внутрішнього провідника при екструзії трьохшарової ізоляції. Це призводить до підвищення адгезії тонкого суцільного шару ізоляції, який безпосередньо накладається на провідник. В результаті забезпечується більш жорстка конструкція кабелю.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зима З.А. Системы кабельного телевидения / З.А. Зима, И.А. Колпаков, А.Б. Романов, М.Ф. Тьютин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 616 с.
2. Гальперович Д.Я. Радиочастотные кабели / Д.Я. Гальперович, А.А. Павлов, Н.Н. Хренков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
3. Безпрозванных Г.В. Вплив ексцентриситету на напруженість електричного поля в кабелях коаксіальної конструкції / Г.В. Безпрозванных, І.А. Морозов, О.Г. Кессаєв // – Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров'я". – Харків: НТУ "ХПІ", 2012.
4. Безпрозванных А.В. Оценка параметров передачи коаксиального кабеля снижения в процессе эксплуатации / А.В. Безпрозванных, Дармориз А.С., Ляшенко О.И. // Вісник НТУ "ХПІ". – Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – № 7.

5. Pande, Peter S.; Neuman, Robert P.; Gavanagh, Roland R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing The Performans. – N.Y.: McGraw-Hill, 200 – 282p.
6. Беспрозванных А.В. Математические модели и методы расчета электроизоляционных конструкций / А.В. Беспрозванных, Б.Г. Набока // Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХПІ", 2012. – 108 с.
7. Бойко А.М. Обґрунтування товщини ізоляції витих екранованих пар структурованих кабельних систем / А.М. Бойко, Г.В. Безпрозванных // Вісник НТУ "ХПІ". – 2011. – Т.1, вип. 2. – С. 22-30.
8. Електронний ресурс: [www.SIKORA.com](http://www.SIKORA.com).

**Bibliography (transliterated):** 1. Zima Z.A. Sistemy kabel'nogo teledeniya / Z.A. Zima, I.A. Kolpakov, A.B. Romanov, M.F. Tyutin. – M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2007. – 616 s. 2. Gal'perovich D.Ya. Radiochastotnye kabeli / D.Ya. Gal'perovich, A.A. Pavlov, N.N. Hrenkov. – M.: Energoatomizdat, 1990. – 256 s. 3. Bezprozvannih G.V. Vpliv ekscentrisitetu na napruzenist' elektrichnogo polya v kabelyah koaksial'noi konstrukcii / G.V. Bezprozvannih, I.A. Morozov, O.G. Kessaev // – Tezi dopovidej XX mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferencii "Informacijni tehnologii: nauka, tehnika, osvita, zdorov'ya". – Harkiv: NTU "HPI", 2012. 4. Besprozvannyh A.V. Ocenka parametrov peredachi koaksial'nogo kabelya snizheniya v processe `ekspluatacii / A.V. Besprozvannyh, Darmoriz A.S., Lyashenko O.I. // Visnik NTU "HPI". – Harkiv: NTU "HPI", 2006. – № 7. 5. Pande, Peter S.; Neuman, Robert P.; Gavanagh, Roland R. The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing The Performans. – N.Y.: McGraw-Hill, 200 – 282p. 6. Besprozvannyh A.V. Matematicheskie modeli i metody rascheta `elektroizolyacionnyh konstrukcij / A.V. Besprozvannyh, B.G. Naboka // Navchal'nij posibnik. – Harkiv: NTU "HPI", 2012. – 108 s. 7. Boyko A.M. Obruntuвання товщини ізоляції витих екранованих пар структурованих кабельних систем / А.М. Бойко, Г.В. Безпрозванных // Вісник НТУ "ХПІ". – 2011. – Т.1, вип. 2. – С. 22-30. 8. Elektronnij resurs: [www.SIKORA.com](http://www.SIKORA.com).

Поступила 10.12.2012

Безпрозванных Ганна Вікторова, д.т.н., проф.,  
Бойко А.М., Кессаєв О.Г.

Національний технічний університет  
"Харківський політехнічний інститут"  
кафедра електроізоляційної та кабельної техніки  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21  
тел. (057) 707-60-10, e-mail: [bezprozvannyh@kpi.kharkov.ua](mailto:bezprozvannyh@kpi.kharkov.ua)

Bezprozvannyh G.V., Boyko A.M., Kessaev O.G.

### Influence of constructive and technological defects on coaxial radio-frequency cable impedance.

Coaxial user's radio-frequency cables belong to a category of cable television network elements parameters of which essentially specify the system capabilities as a whole. The cable working frequency spectrum spreading to 1000 MHz along with digital television and soundtrack signals transmission and high-definition television introduction causes more rigid requirements for wave impedance and, consequently, for the cable design. The established norms on user's cable impedance deviations fail to answer the state-of-the-art requirements for granting a complex of interactive services. On the basis of calculations performed, values of internal and external conductor diameters deviations as well as dielectric permeability of the insulation material are validated. For up-to-date user's radio-frequency cables, the impedance deviation from the normalized average value of 75 Ohm should not exceed  $\pm 2$  Ohm.

**Key words** – coaxial cables, impedance, constructive and technological defects, diameter deviation, dielectric permeability deviation.