

УДК 62-768:537.531

Ю. Є. Яремчук, В. С. Катаєв, В. В. Сінюгін
Вінницький національний технічний університет
Хмельницьке шосе, 95, 21021 Вінниця, Україна

Дослідження комбінаційних характеристик вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3

Проведено дослідження вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3 на визначення сумарного коефіцієнта екранування при різних комбінаціях їхнього застосування. Виміри проведено як при горизонтальному, так і при вертикальному розташуванні волокон. У дослідженнях використано установку, в якій передавальна антена знаходилася всередині діелектричного корпусу, що обгортався по черзі тканинами у різних комбінаціях: М1-М2, М2-М3 та М1-М3. Результати вимірювань показали, що комбінації тканин М1-М2 та М2-М3 мають подібні характеристики і більші коефіцієнти екранування, проте комбінація М1-М3 має більшу смугу екранування, хоча і з меншим коефіцієнтом екранування.

Ключові слова: захист інформації, побічне випромінювання, радіонепрозорі тканини, коефіцієнт екранування.

Вступ

Активний розвиток комп'ютерних систем і, як наслідок, значне зростання об'ємів передачі інформації та електронного документообігу, призводить до загострення специфічних проблем для даної галузі з точки зору захисту інформації. Досить актуальною стає проблема активного випромінювання пристроїв, яке створює канал витоку інформації, через побічні електромагнітні випромінювання та захист від зовнішнього впливу електромагнітних випромінювань на цілісність інформації на об'єктах [1].

Для вирішення питань з безпеки інформації було створено багато різноманітних механізмів захисту від такого типу загроз. До досить ефективних можна віднести такі як екранування проблемних зон металевими листами, сітками та радіонепрозорими тканинами. Слід зазначити, що застосування радіонепрозорих тканин є більш зручним з точки зору монтажу та використання порівняно з іншими засобами, проте, як показують попередні дослідження, вони мають дещо гірші екрануючі показники. Питання екранування приміщень, або окремих зон, є досить

© Ю. Є. Яремчук, В. С. Катаєв, В. В. Сінюгін

поширеним на сьогодні, існує багато публікацій, досліджень та експериментальних вимірів [2, 3], однак, більшість отриманих даних відповідають певним лабораторним умовам і не можуть застосовуватися на практиці для виконання порівняльних оцінок ефективності екранування в конкретних випадках [4]. Також, у абсолютній більшості досліджень, розглядаються лише іноземні радіопрозорі матеріали та тканини, а українським зразкам приділяється зовсім мало уваги.

На сьогодні в Україні дедалі більше починає розвиватися ринок радіопрозорих тканин власного виробництва. Це, беззаперечно, є позитивним для сфери захисту інформації в країні. Проте виникає проблема, яка полягає у тому, що деякі вітчизняні зразки тканин задовольняють не усім вимогам щодо захисту від різноманітних електромагнітних випромінювань. На даний момент широко відомі російські аналоги радіопрозорих тканин, зокрема поліефірні тканини типу ІП-НЗ «Метакрон» з нікелевим покриттям, плівка поліетилентерефталатна металізована емальована «ПЕТ-М», радіоекрануючі тканини «РІКМА», УТТ, ТТН [5–7], а також інші іноземні зразки, зокрема німецькі радіопрозорі тканини Aaronia Shield, Aaronia X-Steel, Aaronia X-Dream та інші [8, 9]. Дані типи тканин забезпечують високі показники екранування, проте можливості використання іноземних аналогів в Україні мають певні обмеження, у першу чергу це пов'язано з їхньою високою ціною. Так, тканини Aaronia мають високі коефіцієнти екранування (наприклад Aaronia Shield — 50 дБ) [9], але середня ціна такої тканини буде приблизно у 10–15 разів вища ніж у вітчизняного аналога.

Тому постає питання вирішення задачі забезпечення належного захисту при використанні радіопрозорих тканин українського виробництва. На даний час створено декілька різновидів вітчизняних зразків радіопрозорих тканин, зокрема, тканини типу М (М1, М2, М3) або тканини типу Н (Н1, Н2, Н3). Дані типи тканин були досліджені на визначення основних характеристик кожної окремо [10–12], за результатами даних досліджень були здобуті показники коефіцієнтів екранування та їхні частотні залежності. Однак важливим на сьогодні залишається питання знаходження сумарних характеристик, різних комбінацій радіопрозорих тканин і, як результат, виявлення можливостей покращення захисту інформації від витоку за рахунок паразитних електромагнітних випромінювань. Тому актуальним стає дослідження розроблених аналогів радіопрозорих тканин вітчизняного виробництва, при застосуванні їх у різних сполученнях.

Постановка задачі

Провести дослідження технічних характеристик вітчизняних радіопрозорих тканин при різних комбінаціях їхнього застосування: М1-М2, М2-М3, М1-М3. Визначити сумарний коефіцієнт екранування напруженості електричного поля як відношення напруженості поля в точці вимірювання без використання тканин до напруженості поля з використанням тканин. Дослідження провести для випадків, коли волокна тканин розміщені вертикально та горизонтально, за умови, що поляризація поля вертикальна. Порівняти отримані результати для різних комбінацій тканин М1-М2, М2-М3, М1-М3.

Методика дослідження

Для експериментального визначення сумарного коефіцієнта екранування радіонепрозорих тканин пропонується використовувати установку, структурна схема якої зображена на рис. 1.

Запропонована для дослідження установка складається з генератора сигналів, передавальної антени, приймальної антени та аналізатора спектра. Генератор сигналів у поєднанні з передавальною антеною призначені для створення електромагнітного поля з частотою, на якій проводиться дослідження. Приймальна антена призначена для перетворення електромагнітного поля в точці її розміщення в напругу. Відомо, що дане перетворення є лінійним, тому коефіцієнт екранування, який рівний відношенню напруженостей поля в точці розміщення приймальної антени для схеми (а) та для схеми (б), буде також рівний відношенню напруг на вході аналізатора спектра для відповідних схем.

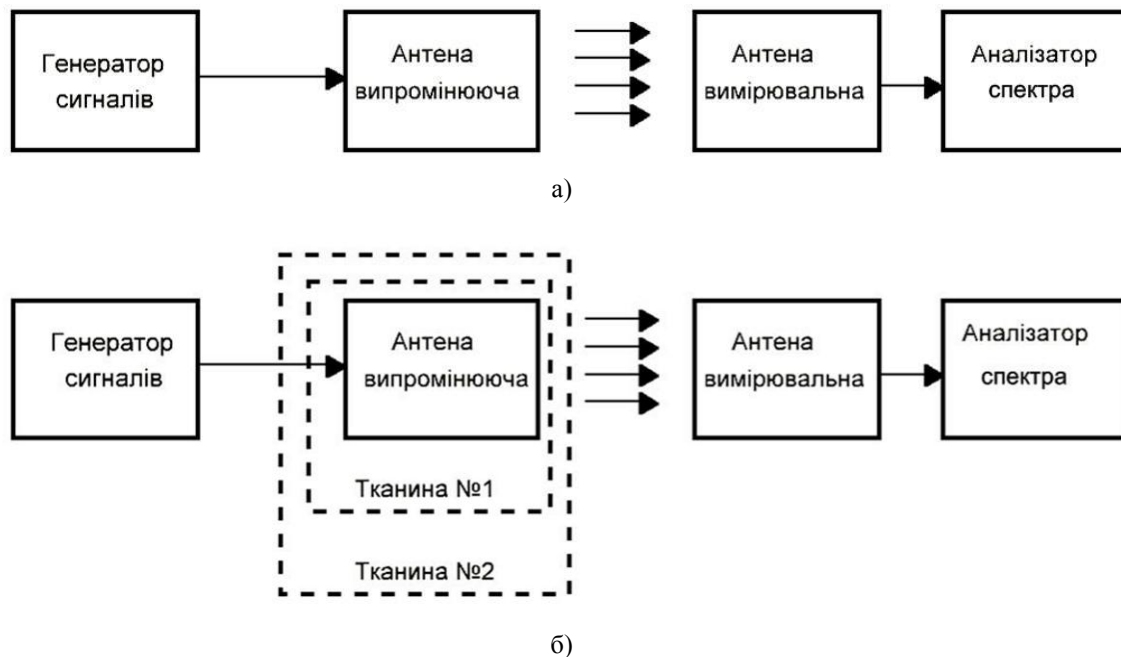


Рис. 1. Схема дослідження радіонепрозорих тканин: а) вимірювання напруженості електричного поля без тканин; б) вимірювання напруженості електричного поля з тканинами

Для запобігання виникнення неточностей у дослідженнях установку слід розміщувати в окремому приміщенні, причому передавальну антену необхідно встановлювати на відстані не менше 0,5 м від приймальної антени.

Вимірювання необхідно проводити в такій послідовності. Спочатку вимірюється напруга на вході аналізатора спектра в діапазоні досліджуваних частот за схемою (а). Далі приймальна антена по чергово екранується різними комбінаціями тканин і аналогічно проводяться вимірювання за схемою (б).

Дослідження сумарних характеристик радіонепрозорих тканин М1, М2 і М3 проводилося за допомогою представленої установки в діапазоні частот 50–2000 МГц.

Як генератор сигналів використовувався програмно керований генератор сигналів BZS з діапазоном частот 10 Гц – 2 ГГц. До нього було під'єднано передавальну штирвову телескопічну антену з вертикальною поляризацією, довжина якої 13 см.

Як приймальну антену використовували штирвову телескопічну антену з вертикальною поляризацією, довжиною 13 см. Дана антена розміщувалася на відстані 2 м від передавальної антени у прямокутному діелектричному корпусі, розміри якого 220×230×80 мм. Для вимірювання напруги на виході антени використано аналізатор спектра NS-30A.

Похибка вимірювань аналізатора спектра NS-30A складає ± 1 дБ. Максимальна нестабільність рівня сигналу генератора BZS складає ± 2 дБ. У зв'язку з цим будемо вважати, що максимальна похибка вимірювань складає ± 3 дБ.

Після проведення вимірювань визначалися сумарні коефіцієнти екранування електромагнітного поля.

Дослідження комбінації тканин M1-M2

На основі розглянутої методики проведено дослідження комбінації радіопрозорих тканин M1 та M2 у випадках поздовжнього і поперечного розташування їхніх волокон. Тканина M1 безпосередньо обгортає випромінюючу антену, тканина M2 знаходиться у другому шарі. Розташування волокон обох тканин співпадає. Результати досліджень представлено на рис. 2.

Аналіз графіків на рис. 2 показує, що комбінація тканин M1 та M2 у випадку горизонтального розташування волокон у діапазоні частот нижче 400 МГц, має, практично, лінійне зростання коефіцієнта екранування і на частоті 400 МГц досягає пікового значення в цьому піддіапазоні.

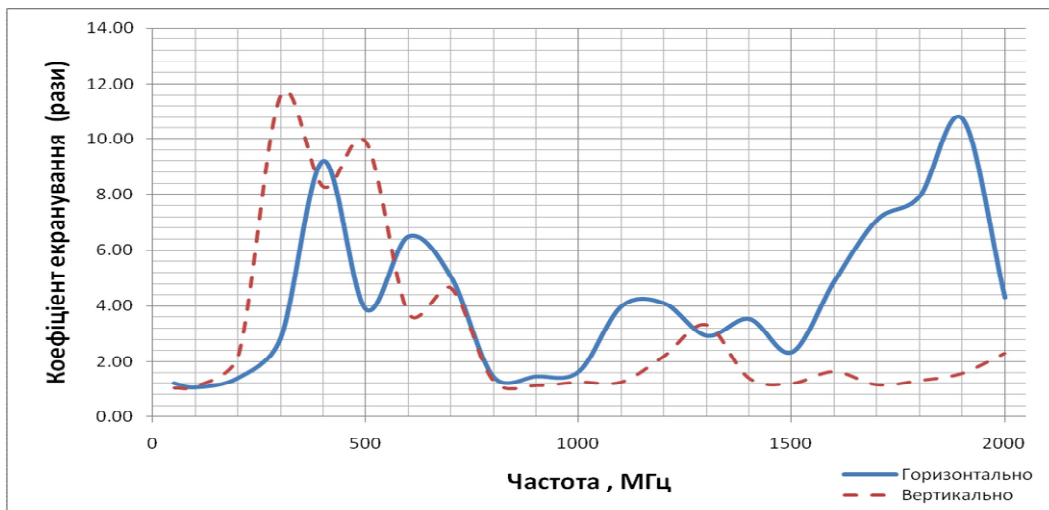


Рис. 2. Залежність коефіцієнта екранування поля від частоти

На частотах вище 400 МГц відбувається стрибкоподібне зменшення коефіцієнта екранування поля. При досягненні частоти близько 1500 МГц значення коефіцієнта екранування стає близьким до двійки, після чого знову має стрімко зростання.

таючий характер і на частоті досягає максимального значення в 11 разів. Таким чином, у випадку горизонтального розташування волокон, найкраще проявляються екрануючі властивості даної комбінації тканин у діапазонах частот 300–400 МГц та 1600–1900 МГц.

При вертикальному розташуванні волокон тканини, на частотах до 800 МГц коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер і досягає максимального значення 11 разів на частоті 300 МГц. На частотах вище 800 МГц коефіцієнт екранування є не високим і близький до двох, за виключенням частоти 1300 МГц, де його значення досягає 3,4 разів.

Дослідження комбінації тканин М2-М3

За методикою, що описана вище, проведено дослідження комбінації радіо-непрозорих тканин М2 та М3 у випадках поздовжнього і поперечного розташування їхніх волокон. Тканина М2 безпосередньо обгортає випромінюючу антену, тканина М3 знаходиться у другому шарі. Результати досліджень представлено на рис. 3.

Аналіз графіків на рис. 3, показує, що комбінація М2-М3 у випадку горизонтального розташування волокон має максимальні коефіцієнти екранування на частотах 400 та 1800 МГц, які складають 12 та 13 разів відповідно. Найменші показники спостерігаються на частотах 900 та 1400 МГц.

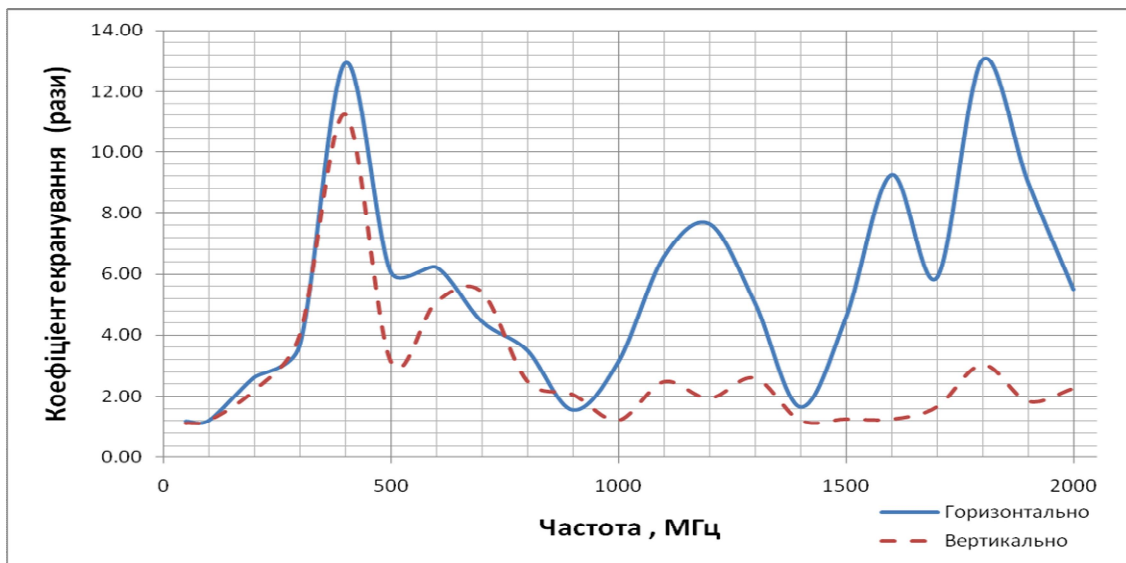


Рис. 3. Залежність коефіцієнта екранування поля від частоти

У випадку вертикального розташування волокон екранування поля з коефіцієнтом екранування вище двох разів відбувається в діапазоні частот 300–800 МГц. На інших ділянках діапазону коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер.

Дослідження комбінації тканин М1-М3

Дослідження комбінації радіопрозорих тканин М1 та М3 у випадках поздовжнього і поперечного розташування їхніх волокон проводилося за тією ж схемою, що і у попередніх розділах. Тканина М1 безпосередньо обгортає випромінюючу антену, тканина М3 знаходиться у другому шарі. Результати досліджень представлено на рис. 4.

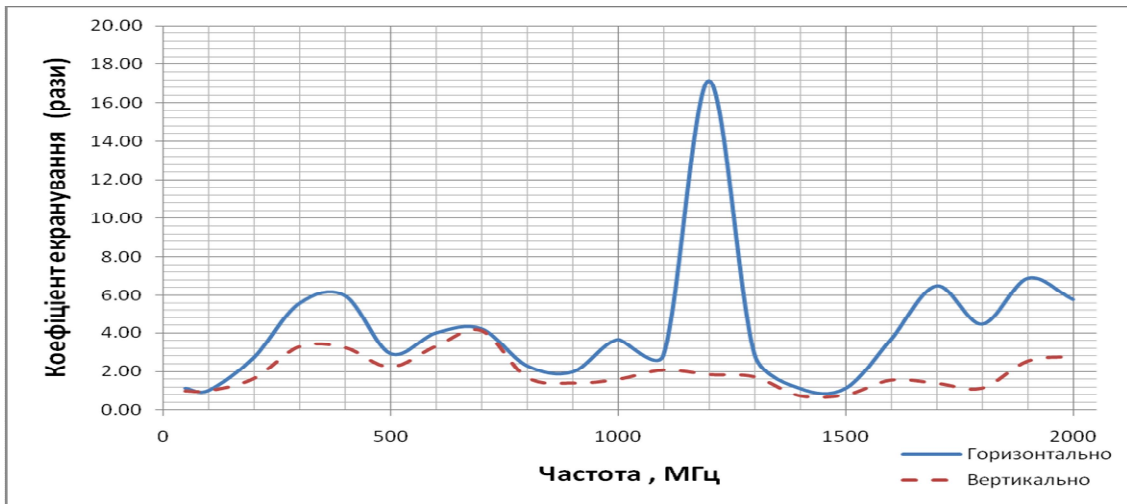


Рис. 4. Залежність коефіцієнта екранування поля від частоти

Аналіз графіків на рис. 4, показує, що для комбінації М1-М3 у випадку горизонтального розташування волокон зміна коефіцієнта екранування має стрибкоподібний характер. Максимального значення 17 разів він досягає на частоті 1200 МГц. У середньому ж на всьому діапазоні коефіцієнт приймає значення більше трьох.

У випадку вертикального розташування волокон екранування поля з коефіцієнтом екранування вище двох разів відбувається в діапазоні частот 200–800 МГц. На інших ділянках діапазону коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер.

На частотах близько 1400–1500 МГц виникає ефект підсилення поля. Причиною є зміна діаграми спрямованості приймальної антени за рахунок тканини. Це можна пояснити тим, що приймальна антена була розміщена в прямокутному корпусі, який був обмотаний екрануючою тканиною, і стінки корпусу із тканиною виконували роль спрямовуючої системи.

Порівняння комбінацій тканин М1-М2, М2-М3 та М1-М3

Представимо для порівняння графіки залежності коефіцієнта екранування комбінацій М1-М2, М2-М3 та М1-М3 на одному рисунку для випадків горизонтального (рис. 5) та вертикального (рис. 6) розташування волокон.

Аналіз графіків на рис. 5 показує, що смуги частот, в яких відбувається екранування для комбінацій М1-М2 та М2-М3 є близькими, однак коефіцієнт екранування в середньому більший у комбінації М2-М3.

У випадку використання комбінації М1-М3 смуга частот, в якій відбувається екранування також є близькою до попередніх, проте середній коефіцієнт є нижчим ніж у попередніх варіантах але слід відмітити, що при даній комбінації спостерігається ділянка з найбільшим, з поміж інших, рівнем коефіцієнта екранування на частотах близьких до 1200 МГц.

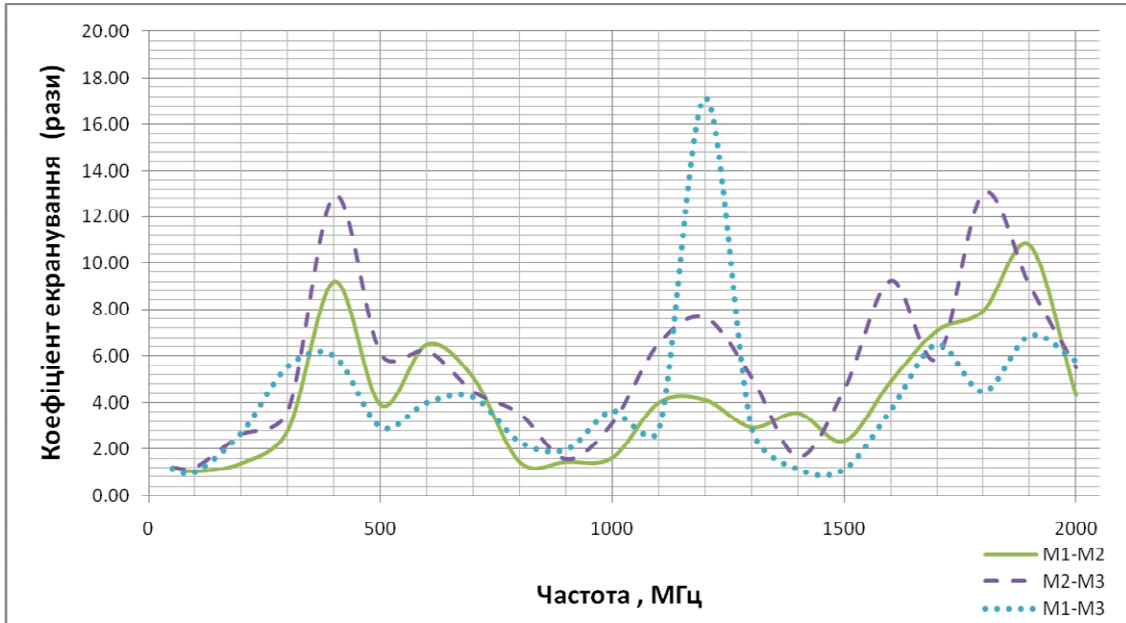


Рис. 5. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для комбінацій тканин М1-М2, М2-М3 та М1-М3 у випадку горизонтального розташування волокон

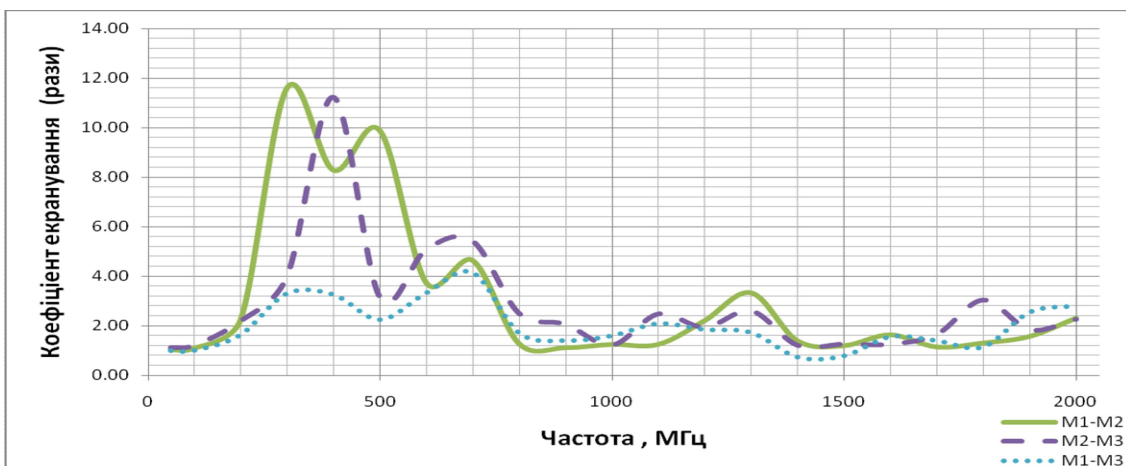


Рис. 6. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для комбінацій тканин М1-М2, М2-М3 та М1-М3 у випадку вертикального розташування волокон

Аналіз графіків на рис. 6 показує, що у випадку вертикального розташування волокон частотні характеристики всіх трьох комбінацій є подібними, але коефіцієнт екранування в деяких випадках значно відрізняється. Так, при комбінаціях М1-М2 та М2-М3 спостерігаються доволі високі рівні коефіцієнта на ділянках близько 300–600 МГц, на вищих частотах він стрибкоподібно спадає. Комбінація М1-М3 демонструє більш рівномірну зміну коефіцієнта екранування в усій смузі частот, але середній його рівень є меншим порівняно з попередніми варіантами.

Порівняно з випадком горизонтального розташування волокон, при вертикальному розташуванні волокон всі три тканини мають гірші характеристики. Це свідчить про те, що коефіцієнт екранування залежить не тільки від частоти, але й від поляризації поля.

Висновки

Проведено експериментальні дослідження вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3. За результатами досліджень визначено їхні сумарні коефіцієнти екранування, при різних комбінаціях застосування тканин.

Дослідження показали, що комбінації тканин М1-М2 та М2-М3 мають подібні частотні характеристики, проте середній коефіцієнт екранування є вищим у випадку М2-М3. Слід також відмітити, що коефіцієнт змінюється нерівномірно і на різних частотах може відрізнятися у декілька разів. Комбінація М1-М3 має більш рівномірний коефіцієнт екранування на всій смузі частот, проте в середньому він менший ніж у інших комбінацій.

Дослідження також показали, що для всіх трьох тканин коефіцієнт екранування залежить від поляризації поля, причому він є вищим, якщо волокна тканин розташовані поперечно по відношенню до поляризації поля.

Враховуючи наведені вище результати аналізу даних, можна зробити висновок, що використовуючи різні комбінації радіонепрозорих тканин, можна забезпечити покращені характеристики екранування порівняно з використанням кожного типу тканин окремо. Причому комбінування типу тканин може змінюватися залежно від поставленої задачі. Слід зазначити, що навіть при використанні декількох типів тканин одночасно, загальний коефіцієнт екранування є нижчим у декілька разів, ніж у іноземних аналогів [9], проте загальна ціна все одно менша. Таким чином, використовуючи лише зразки вітчизняного виробництва, можна досягти показників, що необхідні для належного захисту інформації при менших економічних затратах.

1. *Ленков С.В.* Методы и средства защиты информации: [в 2-х т.] / С.В.Ленков, Д.А. Перегудов, В.А. Хорошко; под ред. В.А. Хорошко. — К.: Арий, 2008. — 464 с., 344 с.

2. *Катруша А.Н.* Экспериментальные исследования особенностей экранирования помещения при прохождении радиоволн внутрь здания / А.Н. Катруша // Электронный журнал «Журнал радиоэлектроники». — 2013. — № 3.

3. *Катруша А.Н.* Экспериментальные исследования ослабления радиоволн строительными и экранирующими материалами в диапазоне частот 800 МГц – 17 ГГц / А.Н. Катруша // Электронный журнал «Журнал радиоэлектроники». — 2013. — № 8.

4. *Радиоэкранирующие* ткани «Метакрон» [Электронный ресурс]: Техника для спецслужб. Бюро Научно-Технической Информации. — Режим доступа: <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3566&tbl=04.03.04.02.01>
5. Пат. RU2229544 С1, МКИ D03D1/00. Ткань для специальной одежды // Левакова Н.М., Пазина И.П., Горынина Е.М., Фатхутдинов Р.Х., Тарасов Л.А., Комплев Р.А. — № 2003107998/12; заявл. 26.03.2003; опубл. 27.05.2004.
6. *Металлизированная* электропроводящая ткань Метакрон для защиты от излучений [Электронный ресурс]: ООО НПП ТЕХНОСТИЛЬ. — Режим доступа: <http://www.metakron.ru/>
7. *Радиоэкранирующие* ткани [Электронный ресурс]: Техника для спецслужб. Бюро Научно-Технической Информации. — Режим доступа: <http://www.bnti.ru/>
8. Пат. WO90/09473, МКИ D03D15/00; G21F3/02. Textile fabric shielding electromagnetic radiation, and clothing made thereof // Zoran Dordevic. — № PCT/EP90/00129; заявл. 23.01.1990; опубл. 23.08.1990.
9. *Hoch* transparenter 50dB Abschirmstoff für HF und elektrisches Feld Aaronia Shield [Электронный ресурс]: Aaronia AG. — Режим доступа: <http://www.aaronia.de/produkte/abschirmungen/Aaronia-Shield-50dB/>
10. *Дослідження* вітчизняної радіонепрозорі тканин Н3 / Гутник В.І., Яремчук Ю.Є., Припула М.Ю., Головатюк О.В. // Сучасна спеціальна техніка. — 2010. — № 1 (20). — С. 74–80.
11. *Яремчук Ю.Є.* Дослідження комбінацій радіонепрозорих тканин Н1-Н2-Н3 з розташуванням волокон горизонтально-вертикально-горизонтально / Ю.Є. Яремчук, М.О. Припула, О.В. Головатюк // Сучасний захист інформації. — 2010. — № 3. — С. 76–82.
12. *Яремчук Ю.Є.* Дослідження вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3 / Ю.Є. Яремчук, О.В. Головатюк, К.В. Безпалый // Інформаційна безпека. — 2013. — № 1(9). — С. 176–184.

Надійшла до редакції 10.09.2015