

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ РАДІОНЕПРОЗОРИХ ТКАНИН М1, М2 ТА М3

У статті проведено дослідження вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3 на визначення в кожній коефіцієнта екранування. Було визначено коефіцієнти як при горизонтальному так і при вертикальному розташуванні волокон. В дослідженні використовувалась установка у якій приймальна антена знаходилась всередині діелектричного корпусу обгорненого по черзі кожною з трьох тканин. Результати вимірювань показали, що тканини М1 та М2 мають подібні характеристики і більші коефіцієнти екранування, проте тканина М3 має більшу смугу екранування, хоча і з меншим коефіцієнтом екранування.

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

Вступ

Сьогодні досить актуальною є проблема активного випромінювання різними пристроями, які використовуються у повсякденному житті людини. Особливо актуальною ця проблема є для галузі де використовується різноманітна комп'ютерна техніка. Оскільки виток інформації з сучасних комп'ютерних систем, які на сьогоднішній день обробляють безліч персональних даних, може призвести до досить суттєвих проблем у сфері захисту інформації [1].

За останні десятиліття було створено багато різноманітних механізмів захисту від такого типу загроз. До досить ефективних можна віднести такі як, металеві листи, сітки та радіонепрозорі тканини. Варто зазначити, що застосування радіонепрозорих тканин є більш зручним у монтажі та використанні порівняно з металевими пластинами.

На сьогоднішній день в Україні вже існує певний набір радіонепрозорих тканин власного виробництва [2,3], які не до кінця задовольняють усі вимоги щодо захисту від різноманітних електромагнітних випромінювань, а використання іноземних аналогів обмежено в першу чергу їх дороговизною.

В даний час створено нові вітчизняні зразки радіонепрозорої тканини (Тканина М1, Тканина М2 та Тканина М3). Актуальним стає питання дослідження характеристик розроблених аналогів радіонепрозорих тканин вітчизняного виробництва.

Постановка задачі

Провести дослідження технічних характеристик вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3. Визначити для них коефіцієнт екранування напруженості електричного поля як відношення напруженості поля в точці вимірювання без використання тканини до напруженості поля з використанням тканини. Дослідження провести для випадків, коли волокна тканини розміщені вертикально та горизонтально, за умови, що поляризація поля вертикальна. Порівняти отримані результати для тканин М1, М2 та М3.

Методика дослідження

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

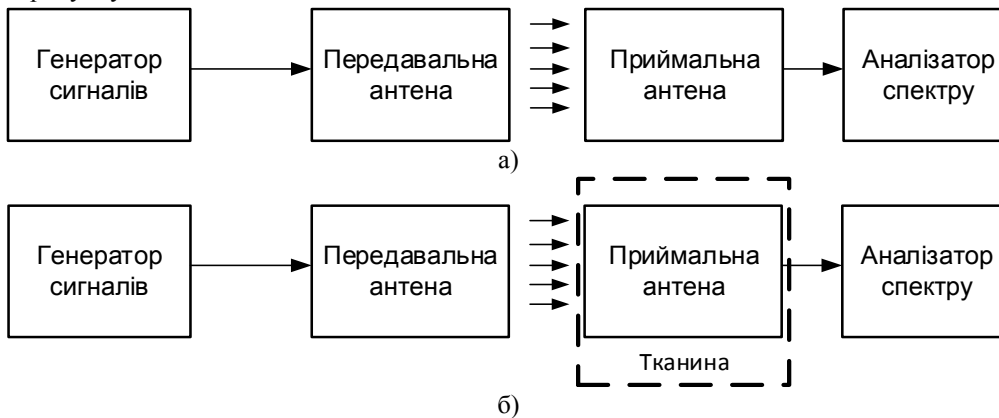


Рис. 1. Схема дослідження радіонепрозорих тканин:

а – схема дослідження без тканини;

б – схема дослідження з тканиною.

Установка складається з генератора сигналів, передавальної антени, приймальної антени, аналізатора спектру. 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 [4], 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 спектру для відповідних схем.

Для підвищення точності досліджень установку слід розміщувати в окремому приміщенні, при чому 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 спектру в діапазоні досліджуваних частот за схемою (а). Далі приймальна антена екранується тканиною і аналогічно проводяться вимірювання за схемою (б).

Дослідження радіонепрозорих тканин М1, М2 і М3 проводилось 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 штиркову телескопічну антену з вертикальною поляризацією, довжина якої 13 см.

В якості приймальної антени використана штиркова телескопічна антена з вертикальною поляризацією, довжиною 13 см. Дана антена розміщувалась на відстані 2 м від передавальної антени у прямокутному діелектричному корпусі, розміри якого 220x230x80 мм. Для вимірювання напруги на виході антени використано аналізатор спектра NS-30A.

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

При проведенні досліджень тканин М1, М2 і М3 спочатку вимірювалась напруга на вході аналізатора спектру за схемою (а) без використання тканин, після чого прямокутний корпус приймальної антени почергово обгортався тканинами М1, М2 і М3, і

визначалась напруженість поля при екрануванні кожною з тканин за схемою (б).

Після проведення вимірювань було визначено коефіцієнт екранування електромагнітного поля.

Дослідження тканини М1

На основі розглянутої методики проведено дослідження радіонепрозорої тканини М1 у випадках поздовжнього і поперечного розташування волокон. Результати досліджень представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідження Тканини М1

Частота (МГц)	Горизонтальне розташування волокон				Вертикальне розташування волокон			
	Напруга на вході аналізатора спектру (дБмкВ)		Коеф. екранування		Напруга на вході аналізатора спектру (дБмкВ)		Коеф. екранування	
	Без тканини	З тканиною	разів	дБ	Без тканини	З тканиною	разів	дБ
50	28,0	31,9	0,64	9,8	41,7	50,5	0,36	-8,8
100	42,4	30,7	3,85	2,6	33,3	32,8	1,06	0,5
200	44,9	53,6	0,37	-12	41,6	47,5	0,51	-5,9
300	40,8	45,9	0,56	-1,5	44,4	39,8	1,70	4,6
400	42,7	35,6	2,26	-4,4	31,2	40,4	0,35	-9,2
500	45,8	33,6	4,07	6,5	40,1	42,3	0,78	-2,2
600	47,8	39,2	2,69	9,2	48,4	44,6	1,55	3,8
700	48,4	46,3	1,27	2,1	48,4	46,2	1,29	2,2
800	41,5	21,8	9,66	17,5	39,3	34,6	1,72	4,7
900	40,9	10,2	34,28	27,4	37,6	33,6	1,58	4
1000	32,7	15,3	7,41	20,4	35,7	27,2	2,66	8,5
1100	38,7	12,3	20,89	19,4	31,7	30,3	1,17	1,4
1200	40,4	26,8	4,79	13,9	40,7	35,9	1,74	4,8
1300	35,8	26,9	2,79	11,8	38,7	31,5	2,29	7,2
1400	29,4	23,7	1,93	4,6	28,3	25,1	1,45	3,2
1500	28,3	27,1	1,15	10,9	38,0	30,0	2,51	8
1600	28,9	16,2	4,32	12,1	28,3	17,4	3,51	10,9
1700	10,6	9,4	1,15	7,8	17,2	14,6	1,35	2,6
1800	20,0	13,7	2,07	4,2	17,9	3,2	5,43	14,7
1900	17,9	-3,1	11,22	12,1	9,0	4,8	1,62	4,2
2000	12,8	18,5	0,52	-5,1	13,4	13,6	0,98	-0,2

На рисунку 2 наведено графіки залежності коефіцієнта екранування поля від частоти для горизонтального та вертикального розташування волокон тканини М1, які наочно представляють результати наведені в таблиці 1.

Аналіз графіків на рис. 2 показує, що тканина М1 у випадку горизонтального розташування волокон в діапазоні частот нижче 400 МГц, має стрибкоподібний характер, і змінюється поблизу одиниці. На частотах близько 50 та 100 МГц виникає ефект підсилення поля через зміну діаграми спрямованості приймальної антени за рахунок тканини. Це можна пояснити тим, що приймальна антена була розміщена в прямокутному корпусі, що був обмотаний екрануючою тканиною, і стінки корпусу із тканиною виконували роль спрямовуючої системи.

На частотах вище 400 МГц відбувається зростання коефіцієнта екранування поля. Коефіцієнт екранування поля збільшується до максимального значення, близько 34 разів на частоті 900 МГц, після чого поступово спадає. При досягненні частоти близько 1500 МГц значення коефіцієнта екранування стає близьким до одиниці, після чого знову має стрибкоподібний характер. Таким чином, у випадку горизонтального розташування волокон, найкраще проявляються екрануючі властивості даної тканини в діапазоні частот 800 – 1400 МГц.

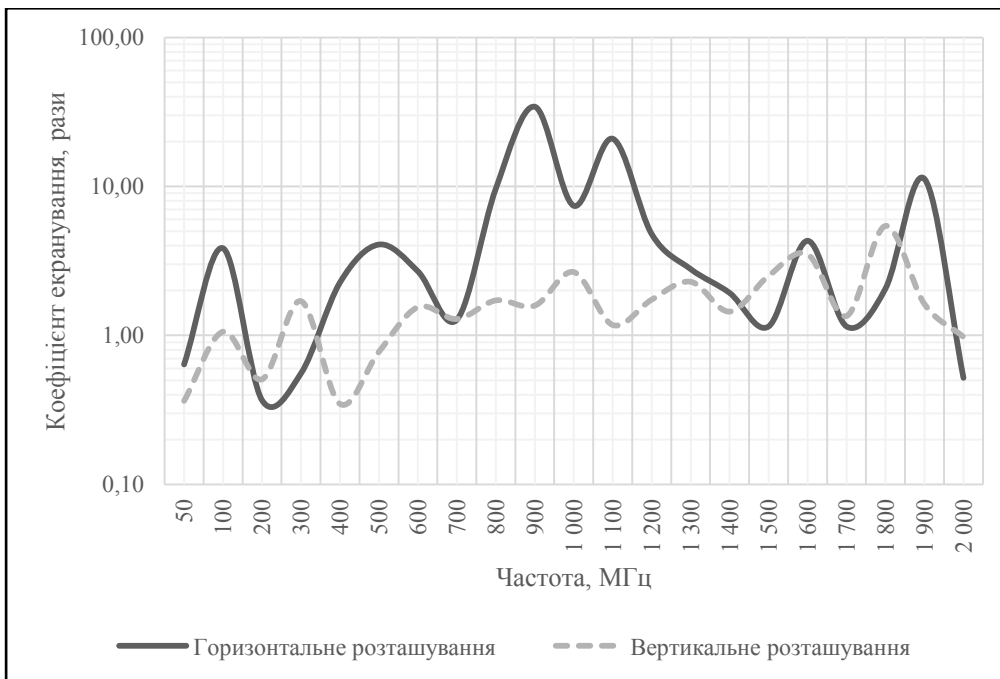


Рис. 2. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для тканини M1

При вертикальному розташуванні волокон тканини, на частотах до 600 МГц коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер і змінюється поблизу одиниці, причому на частотах 50, 200 та 400 МГц також виникає ефект підсилення. На частотах вище 600 МГц, коефіцієнт екранування є не високим і близький до двох, за виключенням частоти 1800 МГц, де його значення досягає 5,4 разів.

Дослідження тканини M2

На основі розглянутої методики проведено дослідження радіонепрозорої тканини M2 у випадках горизонтального і вертикального розташування волокон. Результати досліджень представлено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати дослідження Тканини 2

Частота (МГц)	Горизонтальне розташування волокон				Вертикальне розташування волокон			
	Напруга на вході аналізатора спектру (дБмкВ)		Коеф. екранування		Напруга на вході аналізатора спектру (дБмкВ)		Коеф. екранування	
	Без тканини	З тканиною	разів	дБ	Без тканини	З тканиною	разів	дБ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	28,0	31,8	0,65	9,9	41,7	40,4	1,16	1,3
100	42,4	39,8	1,35	-6,5	33,3	27,3	2,00	6
200	44,9	49,5	0,59	-7,9	41,6	43,1	0,84	-1,5
300	40,8	44,6	0,65	-0,2	44,4	33,6	3,47	10,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	42,7	36,4	2,07	-5,2	31,2	33,7	0,75	-2,5
500	45,8	35,6	3,24	4,5	40,1	40,3	0,98	-0,2
600	47,8	45,6	1,29	2,8	48,4	41,7	2,16	6,7
700	48,4	47,1	1,16	1,3	48,4	43,6	1,74	4,8
800	41,5	35,2	2,07	4,1	39,3	35,2	1,60	4,1
900	40,9	8,0	44,16	29,6	37,6	35,0	1,35	2,6
1000	32,7	13,9	8,71	21,8	35,7	28,8	2,21	6,9
1100	38,7	24,2	5,31	7,5	31,7	29,6	1,27	2,1
1200	40,4	28,5	3,94	12,2	40,7	35,1	1,91	5,6
1300	35,8	26,5	2,92	12,2	38,7	25,9	4,37	12,8
1400	29,4	17,8	3,80	10,5	28,3	23,8	1,68	4,5
1500	28,3	27,6	1,08	10,4	38,0	23,7	5,19	14,3
1600	28,9	25,2	1,53	3,1	28,3	14,6	4,84	13,7
1700	10,6	15,9	0,54	1,3	17,2	-1,2	8,32	18,4
1800	20,0	14,5	1,88	3,4	17,9	2,9	5,62	15
1900	17,9	8,0	3,13	1	9,0	5,6	1,48	3,4
2000	12,8	12,7	1,01	0,7	13,4	14,3	0,90	-0,9

На рисунку 3 наведено графіки залежності коефіцієнта екранування поля від частоти для поперечного та поздовжнього розташування Тканини М2 відносно поляризації поля, які наочно представляють результати наведені в таблиці 2.

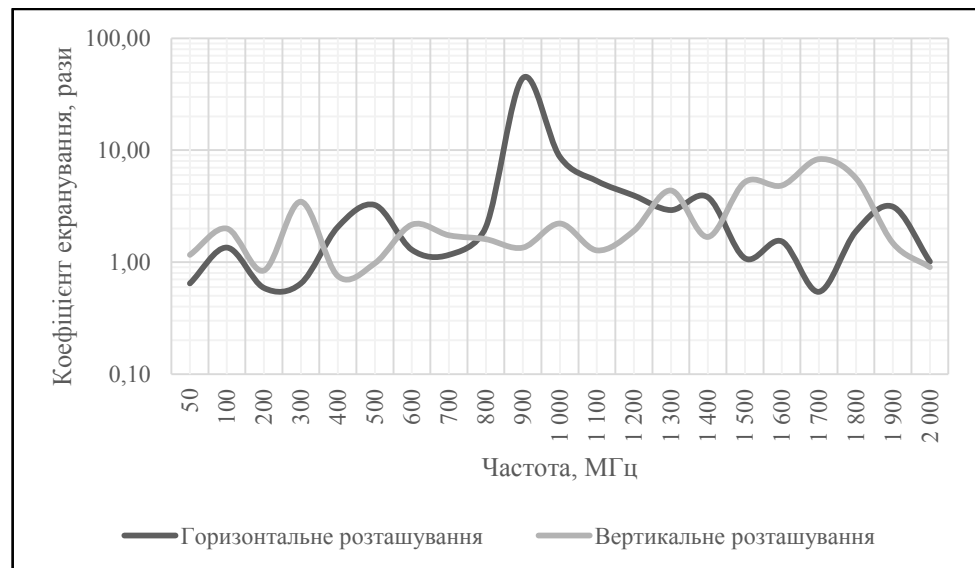


Рис. 3. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для тканини М2

Аналіз графіків на рис. 3, показує, що тканина М2 у випадку горизонтального розташування волокон має максимальний коефіцієнт екранування на частоті 900 МГц, який складає 44 рази. Для даної тканини у випадку горизонтального розташування волокон екранування поля з коефіцієнтом екранування вище двох разів відбувається в діапазоні частот 800 – 1400 МГц. На інших ділянках діапазону коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер, крім того на частотах 200, 300 і 1700 МГц виникає ефект підсилення поля.

У випадку вертикального розташування волокон коефіцієнт екранування перевищує два рази в діапазоні частот 1300 – 1800 МГц. На інших частотах досліджуваного діапазону коефіцієнт екранування, переважно, є близьким до одиниці.

Дослідження тканини М3

На основі розглянутої методики проведено дослідження радіопрозорої тканини М3 у випадках горизонтального і вертикального розташування волокон. Результати досліджень представлено у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати дослідження тканини М3

Частота (МГц)	Поперечне розташування волокон				Поздовжнє розташування волокон			
	Напруженість поля (дБмкВ/м)		Коеф. екранування		Напруженість поля (дБмкВ/м)		Коеф. екранування	
	Без тканини	З тканиною	разів	дБ	Без тканини	З тканиною	разів	дБ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	28,0	31,5	0,67	10,2	41,7	48,8	0,44	-7,1
100	42,4	29,8	4,27	3,5	33,3	17,0	6,53	16,3
200	44,9	52,3	0,43	-10,7	41,6	48,3	0,46	-6,7
300	40,8	42,1	0,86	2,3	44,4	47,9	0,67	-3,5
400	42,7	39,0	1,53	-7,8	31,2	42,2	0,28	-11
500	45,8	27,7	8,04	12,4	40,1	41,6	0,84	-1,5
600	47,8	35,3	4,22	13,1	48,4	43,6	1,74	4,8
700	48,4	36,7	3,85	11,7	48,4	43,2	1,82	5,2
800	41,5	30,8	3,43	8,5	39,3	35,3	1,58	4
900	40,9	25,0	6,24	12,6	37,6	32,1	1,88	5,5
1000	32,7	21,0	3,85	14,7	35,7	27,2	2,66	8,5
1100	38,7	23,7	5,62	8	31,7	7,4	16,41	24,3
1200	40,4	28,2	4,07	12,5	40,7	35,3	1,86	5,4
1300	35,8	21,0	5,50	17,7	38,7	28,1	3,39	10,6
1400	29,4	24,6	1,74	3,7	28,3	23,9	1,66	4,4
1500	28,3	21,8	2,11	16,2	38,0	26,5	3,76	11,5
1600	28,9	4,4	16,7 9	23,9	28,3	18,1	3,24	10,2
1700	10,6	8,1	1,33	9,1	17,2	15,1	1,27	2,1
1800	20,0	1,7	8,22	16,2	17,9	14,6	1,46	3,3
1900	17,9	12,4	1,88	-3,4	9,0	4,9	1,60	4,1
2000	12,8	13,7	0,90	-0,3	13,4	11,6	1,23	1,8

На рисунку 4 наведено графіки залежності коефіцієнта екранування поля від частоти для горизонтального і вертикального розташування волокон тканини М3, які наочно представляють результати, наведені в таблиці 3.



Рис. 4. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для тканини М3

Аналіз графіків на рис. 3, показує, що тканина М3 у випадку горизонтального розташування волокон має достатньо рівномірний коефіцієнт екранування в діапазоні частот 400 – 1300 МГц, і при цьому складає близько 4 разів. В діапазоні частот вище 1300 МГц коефіцієнт екранування має стрибкоподібний характер.

У випадку вертикального розташування волокон, в діапазоні 50 – 500 МГц, за винятком частоти 100 МГц, виникає ефект підсилення поля, а екранування відсутнє. На частотах вище 600 МГц, коефіцієнт екранування близький до двох, за винятком частот 1100 і 1500 МГц, де він складає 16,4 і 3,8 разів відповідно.

Порівняння тканин М1, М2 і М3

Проведемо порівняння вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 і М3 між собою.

Представимо для порівняння графіки залежності коефіцієнта екранування тканин М1, М2 та М3 на одному рисунку для випадків горизонтального (рис. 4) та вертикального (рис. 5) розташування волокон.

Аналіз графіків на рис. 4 показує, що смуги частот, в яких відбувається екранування для тканин М1 та М2 є близькими, крім того близькими є також коефіцієнти екранування цих тканин у даній смузі частот. Смуга частот, в якій відбувається екранування для тканини М3 є ширшою майже вдвічі, а коефіцієнт екранування є значно більш рівномірним, у порівнянні із тканинами М1 та М2.

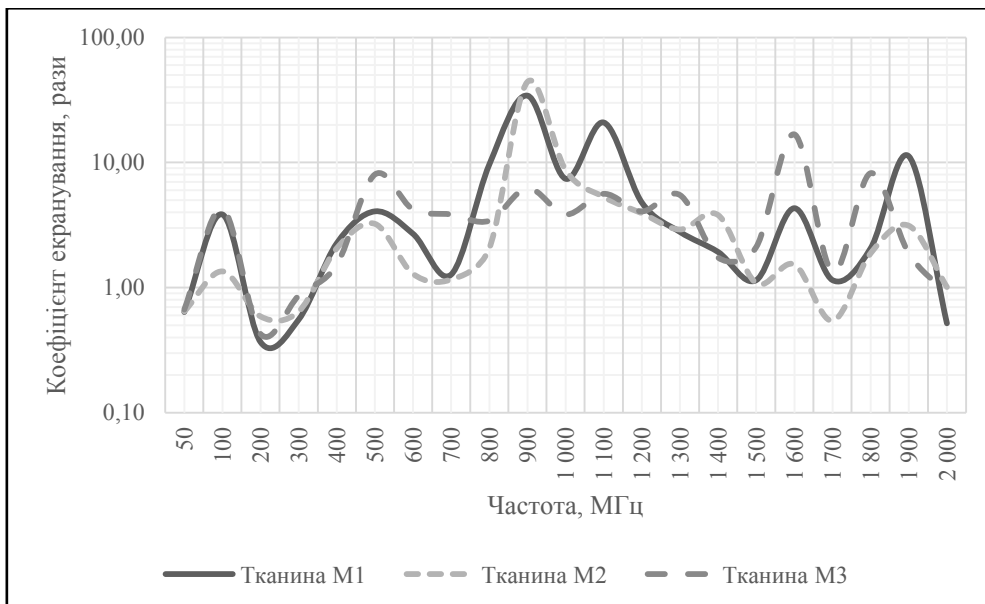


Рис. 4. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для тканин M1, M2 та M3 у випадку горизонтального розташування волокон

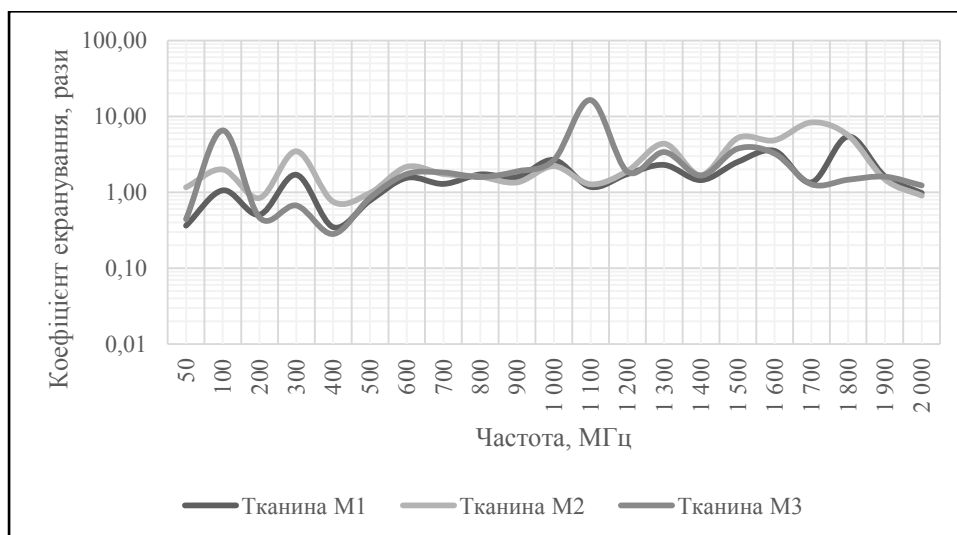


Рис. 5. Залежність коефіцієнта екранування від частоти для тканин M1, M2 та M3 у випадку вертикального розташування волокон

Аналіз графіків на рис. 5 показує, що у випадку вертикального розташування волокон характеристики всіх трьох тканин є подібними, а коефіцієнт екранування не високий, за винятком деяких частот, зокрема частоти 1100 МГц, на якій тканина M3 має коефіцієнт екранування близько 16 разів. У порівнянні із 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 і від поляризації поля.

Висновки

Проведено експериментальні дослідження вітчизняних радіонепрозорих тканин М1, М2 та М3. За результатами досліджень визначено їх коефіцієнти екранування.

Дослідження показали, що тканини М1 та М2 мають подібні характеристики, зокрема їх коефіцієнт екранування є високим, але смуга частот екранування є не великою. Тканина М3 має значно більшу смугу екранування, причому в даній смузі коефіцієнт екранування є рівномірним, однак меншим, ніж у тканин М1 та М2.

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

Література

1. Методы и средства защиты информации. В 2-х томах / Ленков С.В., Перегудов Д.А., Хорошко В.А., Под ред. В.А. Хорошко. – К.: Арий 2008. – 464 с., 344 с.
2. 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; Оpubл. 27.05.2004.
3. 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; Оpubл. 23.08.1990.
4. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш. шк., 1988. – 432 с.

Надійшла до редколегії 22.03.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Пархуц Л.Т.

Ю.Е. Яремчук, О.В. Головатюк, К.В. Безпальчій
ИССЛЕДОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РАДИОНЕПРОЗРАЧНЫХ ТКАНЕЙ
М1, М2 и М3

В статье проведено исследование отечественных радионепрозрачных тканей М1, М2 и М3 на определение в каждой коэффициента экранирования. Были определены коэффициенты как при горизонтальном так и при вертикальном расположении волокон. В исследовании использовалась установка, в которой приемная антенна находилась внутри диэлектрического корпуса обернутого поочередно каждой из трех тканей. Результаты измерений показали, что ткани М1 и М2 имеют схожие характеристики и большие коэффициенты экранирования, однако ткань М3 имеет большую полосу экранирование, хотя и с меньшим коэффициентом экранирования.

Ключевые слова: защита информации, побочное излучение, радионепрозрачные ткани, коэффициент экранирования.

Iurii Iaremchuk, Olexandr Holovatiuk, Kyrylo Bezpalychii
RESEARCHES DOMESTIC RADIOSTABLE FABRICS M1, M2 AND M3

In article research domestic radiostable fabrics M1, M2 and M3 for determination of screening coefficient of everyone. It were defined screening coefficient both in case of horizontal and in case of vertical layout of fabrics. In research used installation, when the receiving antenna was in the dielectric box enveloped each of three fabrics. Results of measurement show that fabric M1 and M2 have same parameters and higher screening coefficient. However, M3 fabric have wider band but smaller screening coefficient.

Keywords: information security, spurious radiation, radiostable fabrics, screening coefficient.