

УДК 677.017.57

DOI:10.30857/2617-0272.2020.3.12.

АРАБУЛІ С.І.<sup>1</sup>, КИЗИМЧУК О.П.<sup>1</sup>, АРАБУЛІ А.Т.<sup>1</sup>, ВЛАСЕНКО В.І.<sup>1</sup>  
БАЙЗІК В.<sup>2</sup>, ОЧЕРЕТНА Л.В.<sup>2</sup>, ТУНАК М.<sup>2</sup><sup>1</sup>Київський національний університет технологій та дизайну<sup>2</sup>Технічний університет м. Ліберець, Чеська Республіка**ІНТЕР'ЄРНИЙ ТЕКСТИЛЬ З ЕКРАНЮЮЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ  
ДО ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

**Мета роботи** – дослідження ефективності екранування електромагнітного випромінювання (ЕМВ) тканинами, які представлені на ринку інтер'єрного текстилю України.

**Методологія.** Теоретичні та експериментальні дослідження базуються на основних положеннях текстильного матеріалознавства. Ефективність екранування текстильних полотен до дії ЕМВ вимірювали із застосуванням EM-2107A (Electro Metrics) відповідно до ASTM 4935-10 в діапазоні частот 30 МГц – 1,5 ГГц.

**Результати.** Для захисту від ЕМВ широко використовують гнучкі екрани на основі текстильних матеріалів. Ефективність екранування ЕМВ текстильних матеріалів поліпшують шляхом модифікації полотна металевими волокнами/нитками, частинками металів або провідними полімерами на різних стадіях виробництва. Аналіз сучасного асортименту інтер'єрного текстилю та проведені експериментальні дослідження дозволили обґрунтувати доцільність використання металовмісних текстильних матеріалів у якості інтер'єрного текстилю. Дослідження показали, що запропоновані тканини мають високу здатність екранування за класифікацією «професійне використання» відповідно до FTTS-FA-003 Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles, ефективність екранування яких знаходиться в межах 30÷60 дБ.

**Наукова новизна.** Обґрунтовано доцільність використання сучасних металовмісних текстильних матеріалів для оздоблення вікон. Зазначені текстильні матеріали дозволяють чітко окреслити новий перспективний сегмент ринку інтер'єрного текстилю, основна мета якого – оздоблення житлових і адміністративних приміщень, розширюється та доповнюється функцією екранування електромагнітного випромінювання.

**Практична значущість.** Проведений комплекс наукових досліджень щодо ефективності екранування ЕМВ дозволив запропонувати новий асортимент інтер'єрних текстильних матеріалів для оздоблення вікон.

**Ключові слова:** інтер'єрний текстиль; електромагнітне випромінювання; текстильні екрани.

**Вступ.** Сучасний текстиль вражає різноманіттям застосування. Окрім традиційної сфери використання текстильних полотен і виробів, в нашій країні, як і в багатьох економічно розвинутих країнах світу, чітко окреслився новий перспективний сегмент ринку текстилю, який отримав назву «інтер'єрний текстиль» [1–3]. Основне призначення інтер'єрних полотен – використання для оздоблення житлових і адміністративних приміщень.

Визначення поняття «інтер'єрний текстиль» або «текстиль для інтер'єру» містить текстильні матеріали та вироби з

них, які можна застосувати для формування предметно-просторового середовища інтер'єру [4]. Розподіл на текстиль для житлового та громадського інтер'єру обумовлений різними задачами, умовами функціонування, вимогами технологічного та художньо-композиційного характеру.

Достатньо повна класифікація інтер'єрного текстилю представлена в роботі Е.В. Змановських [5]. За результатами її дослідження в основу класифікації інтер'єрного текстилю було покладено систему критеріїв, які в свою чергу розподіляються на підсистеми та групи.

Функціональний критерій містить групи текстильних виробів, що мають різні функції в інтер'єрі: засоби зонування, трансформації та обмеження простору (занавіси, екрани, перегородки, стенди, оформлення отворів); покриття; меблеві тканини; штандарти. Технологічний критерій враховує умови виготовлення текстилю та текстильних виробів: машинна технологія, яка залежить від складу полотна (натуральні чи штучні) та характеру переплетення (жакардові, полотняні, атласні, ремізні тощо); ручна технологія залежить від складу матеріалів (готові текстильні матеріали, прядильні, синтез різних матеріалів), технології виготовлення (на основі готових тканин та на основі ручних технік ткацтва, плетіння тощо) та типу пластичної структури (площинний, фактурний, рельєфний та об'ємний текстиль).

Однією з найбільших груп інтер'єрного текстилю є текстильні полотна і вироби для оздоблення вікон. Розвиток текстильного виробництва для оздоблення вікон характеризується динамічністю зростання обсягів та розширенням асортименту. При цьому, різноманітність видового та внутрішньовидового асортименту цих матеріалів досягають за рахунок використання різних технологій виробництва, сировинного складу та способів заключного оброблення [6–8].

Зі зростанням кількості джерел електромагнітного випромінювання (ЕМВ) та доказом його негативної дії на організм людини та роботу приладів/обладнання [9 – 11] з'явився новий напрям в інтер'єрному текстилі – інтер'єрний текстиль для екранування ЕМВ. Під екрануванням ЕМВ розуміють локалізацію електромагнітних полів або захист приладів/обладнання та/або людей від дії зовнішніх електромагнітних полів. Екрануючі матеріали відносять до пасивних методів захисту від дії ЕМВ. Основна задача таких матеріалів – знизити в рази/десятки/сотні/тисячі разів первинний

сигнал. Порт'єрно-шторні текстильні матеріали для оздоблення вікон і дверей можуть забезпечувати не тільки затишок і комфорт у житлових приміщеннях та приміщеннях соціально-культурного призначення, а також можуть мати захисну функцію від негативного впливу ЕМВ.

**Аналіз попередніх досліджень.** За походженням ЕМВ джерела поділяють на природні та антропогенні (рис. 1). Слід зазначити, що живі організми на клітковому рівні або адаптувалися до природних ЕМВ, або набули систем протидії їм. Протилежні ефекти спостерігаються у випадку з антропогенними джерелами, які своєю наявністю та постійним розвитком створюють зростаючий динамічний вплив збільшуючи загрозу життєдіяльності людини. Також, ЕМВ може пошкодити, зменшити або перервати функції електронних пристроїв та електронного обладнання.

Сьогодні захист людини від ЕМВ здійснюють шляхом використання таких чотирьох принципів: захист у часі (дотримання дози гігієнічних нормативів шляхом обмеження тривалості перебування у місцях підвищеного рівня електромагнітного поля), захист відстанню (збільшення відстані від джерела тривалого електромагнітного випромінювання), використання засобів індивідуального і колективного захисту (використання персоналом радіоекрануючих матеріалів), використання захисних екранів (екранування безпосередньо місця перебування людини). До засобів захисту від ЕМВ відносять: ЕМВ-огорожі, ЕМВ-покриття, ЕМВ-фільтри, ЕМВ-прокладки, поглиначі радіочастот та провідні фільтри.

Для захисту від ЕМВ, що випромінюється діючими електричними та електронними пристроями, широко використовують екрани. Електромагнітне екранування – це процес зменшення дисперсії електромагнітних хвиль у простір за допомогою створення щита для хвиль із

провідного матеріалу. У матеріалі відбиття, поглинання і множинне відбиття основними механізмами послаблення ЕМВ є (рис. 2) [12].

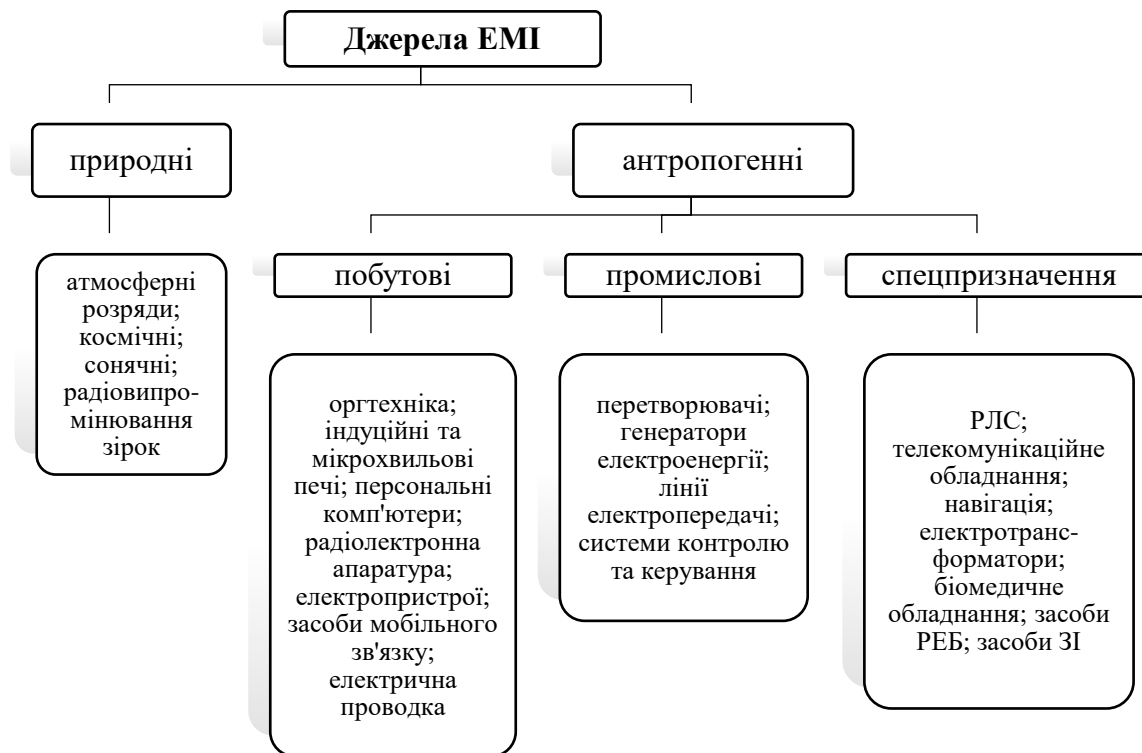


Рис. 1. Джерела електромагнітного випромінювання

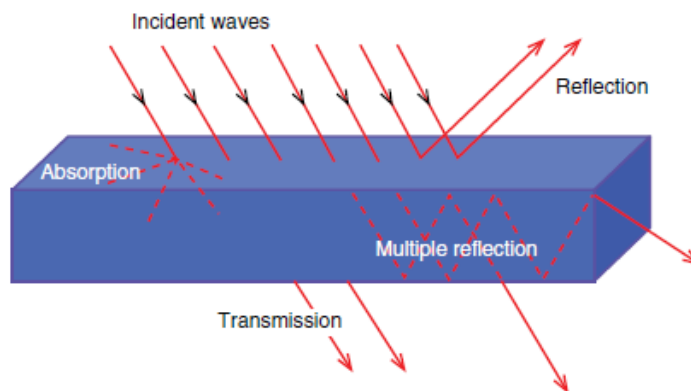


Рис. 2. Схематичне зображення механізму екранування ЕМВ [12]

Ефективність екранування (SE) – це сума втрат відбиття, поглинання і множинного відбиття. Її визначають відношенням енергії, яку отримано при використанні матеріалу до енергії, яку отримано без його застосування. Залежно від типу приймача ефективність екранування може бути визначена за формулами:

$$SE = 10 \log P_1/P_0 \text{ або } SE = 20 \log E_1/E_0 \text{ (дБ)} \quad (7)$$

де  $P_1$  або  $E_1$  – потужність або напруга, яку отримано при використанні матеріалу;

$P_0$  або  $E_0$  – потужність або напруга, яку отримано без використання матеріалу.

Текстиль сам по собі не захищає від ЕМВ, однак, він може бути успішно перетворений у захисний матеріал від ЕМВ після зміни сировинного складу, створення нового виробничого процесу або адаптування технології, які можуть надати їм елект-

ропровідності [13]. Металізовані тканини, які прийшли на заміну металевим листам та сіткам, є найбільш зручним матеріалом для захисту людей та приладів від ЕМВ, адже можуть бути застосовані у виробництві захисних текстильних виробів [12].

Основними способами отримання текстильних матеріалів для екранування ЕМВ є застосування металізованих волокон та ниток або нанесення металізованого шару на поверхню матеріалу [14–16]. Металізовані тканини залежно від подальшого застосування виробляють на різноманітній основі: бавовняній, поліефірній, поліамідній, параарамідній, скляній, базальтовій тощо. Залежно від призначення тканини виготовляють з низькою (до 1500 Ом/кВ) або високою (0,003 до 0,4 Ом/кВ) електропровідністю. В той же час, як і будь які інші текстильні матеріали, металізовані тканини є гнучкими, легкими та проникними.

До текстильних матеріалів, які застосовують для захисту від ЕМВ, висувають вимоги стосовно ефективності екранування (табл. 1) залежно від сфери їхнього використання: «професійний захист» або «загальне використання» [17]. До першої групи відносять медичне обладнання, карантинний матеріал, захисний спецодяг для робітників електронної галузі, електронний комплект або інші новітні застосування. До другої групи потрапили повсякденний одяг, офісна форма, одяг для

вагітних, фартухи, споживчі електронні товари та товари для спілкування тощо.

Виробництво тканин з ефектом захисту від ЕМВ, які при цьому не втрачають своїх функціональних властивостей, набуває все зростаючих масштабів. Порт'єрно-шторні текстильні матеріали з ефектом захисту від ЕМВ можуть бути використані як для оздоблення вікон (рис. 3), так і для виготовлення екрануючих балдахинів (рис. 4).

Балдахини являють собою текстиль підвішений над ліжком для захисту від протягів, комах та інше. Екрануючі балдахини, поруч з основними функціями, виконують функцію захисту від ЕМВ. Вони можуть бути виготовлені у вигляді «класичних» балдахинів або у вигляді гардин.

**Постановка завдання.** Метою даного дослідження є встановлення ефективності екранування ЕМВ тканинами, які представлені на ринку інтер'єрного текстилю України.

**Результати дослідження.** Для дослідження ефективності екранування ЕМВ були вибрані два зразки текстильних матеріалів ф.YSHIELD, призначені для виготовлення швейних виробів з метою захисту від високочастотного ЕМВ. Характеристики тканин наведені в табл. 2. На рис. 5 представлені зображення текстильних екранів (світлі та гладкі волокна – це металеві волокна), які отримані за допомогою скануючого електронного мікроскопа.

**Таблиця 1.** Вимоги до ефективності екранування текстильних матеріалів [17]

Застосування	Ступінь екранування, дБ				
	5 відмінне	4 дуже добре	3 добре	2 середнє	1 низьке
Професійний захист	SE > 60	60 > SE > 50	50 > SE > 40	40 > SE > 30	30 > SE > 20
Загальне використання	SE > 30	30 > SE > 20	20 > SE > 10	10 > SE > 7	10 > SE > 7

**Таблиця 2.** Характеристика досліджуваних текстильних матеріалів ф. YSHIELD

№	Артикул	Сировинний склад, %	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>
11	SILVER-TWIN	Бавовна 50; Поліефір 35; Срібло 15	150
12	STEEL TWIN	Бавовна 68; Поліефір 16; Сталь неіржавіюча 16	190



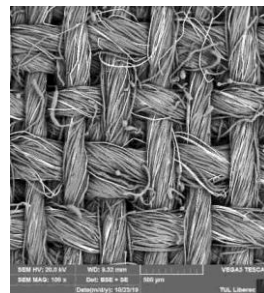
Рис. 3. Оздоблення вікна порт'єрно-шторним текстилем для екранування ЕМВ



Рис. 4. Екрануючий балдахін



SILVER-TWIN



STEEL TWIN

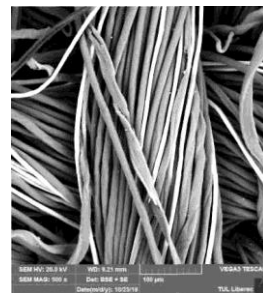


Рис. 5. Зовнішній вигляд тканин ф. YSHIELD



Рис. 6. Установка для вимірювання ефективності екранування текстильних матеріалів до дії ЕМВ

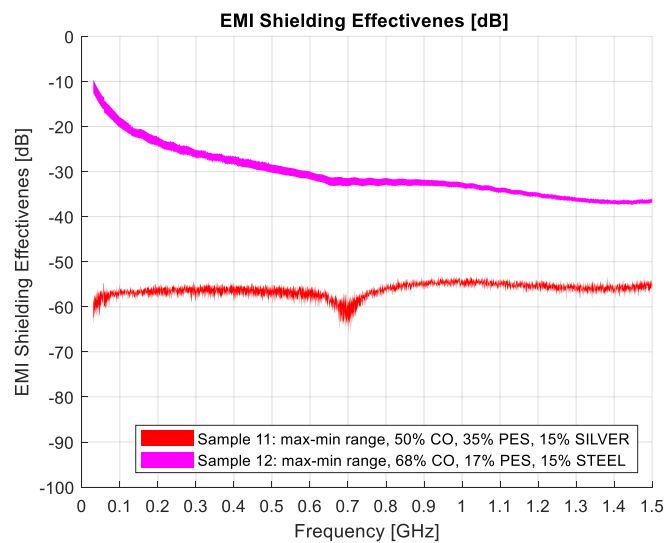


Рис. 7. Ефективність екранування тканин ф. YSHIELD

Досліджувані матеріали містять металеві волокна: срібні (зразок №11) або сталеві (зразок №12), які за рахунок переплетення утворюють сітку. Саме ця сітка є захисним екраном. Екран працює таким чином, що електромагнітна хвиля при стиканні з текстильним матеріалом частково відбивається від його поверхні, частково проникає в об'єм тканини, де частково поглинається, багатократно відбивається від її структурних елементів та, наприкінці, частково проникає у екрануючу область. При цьому усі вище перераховані процеси супроводжуються втратами енергії електромагнітної хвилі, а, відповідно, послаблюють її дію.

Ефективність екранування текстильних зразків до дії ЕМВ вимірювали із застосуванням EM-2107A (Electro Metrics) відповідно до ASTM 4935-10 в діапазоні частот 30 МГц – 1,5 ГГц (рис. 6). Дослідження проводили з використанням векторного аналізатора Rohde & Schwarz ZNC3 (діапазон частот від 9 кГц до 3 ГГц). Результати досліджень ефективності екранування ЕМВ текстильними матеріалами представлені на рис. 7.

Дослідження показали, що тканини мають достатню здатність до екранування за класифікацією «професійний захист»

відповідно до FTTS-FA-003 Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles [17]:

– зразок №11 має «дуже гарну» здатність до екранування ( $60 \text{ дБ} \geq SE > 50 \text{ дБ}$ );

– зразок №12 має «середню» здатність до екранування ( $40 \text{ дБ} \geq SE > 30 \text{ дБ}$ ).

З діаграми ефективності екранування (рис. 7) видно, що зразок №12 (тканина волокнами з нержавіючої сталі) забезпечує недостатнє екранування на відносно низьких частотах до 0,1 ГГц. Потім амплітудно-частотна характеристика тканини вирівнюється, і ефективність екранування дорівнює 35 дБ у проміжку від 0,7 до 1,5 ГГц. Зразок №11 (тканина з волокнами срібла) має плоску амплітудно-частотну характеристику, при збереженні високої здатності екранування (55 дБ) у всьому діапазоні частот, аж до 1,5 ГГц.

Такі відмінності у здатності екранування досліджуваних матеріалів пояснюються електропровідністю матеріалу екрана, а саме металевої сітки. У зразка №11 сітка із срібних волокон забезпечує високу ефективність екранування (55 дБ), що пояснюється найбільшою електропровідністю срібла у порівнянні з іншими металами (табл. 3).

**Таблиця 3.** Електропровідність металів

Метал	Питомий опір, Ом·мм <sup>2</sup> /м	Питома електропровідність, МСм/м
Срібло	0,0160 – 0,0165	60,7 – 62,5
Мідь	0,0177 – 0,0173	56,6 – 57,8
Золото	0,0237	42,2
Алюміній	0,0275 – 0,0284	35,3 – 36,4
Нікель	0,0685	14,6
Сталь	0,073 – 0,097	10,3 – 13,7

**Висновки.** Проведений комплекс досліджень щодо ефективності екранування ЕМВ тканинами ф.YSHIELD, які представлені на ринку України дозволили встановити наступне:

– полотно SILVER TWIN має «дуже гарну» за класифікацією «професійний захист» здатність екранування ( $60 \text{ дБ} \geq SE >$

$50 \text{ дБ}$ ) у широкому діапазоні частот (аж до 1,5 ГГц) за рахунок наявності сітки зі срібла, яке має найбільшу серед інших металів електропровідність;

– полотно STEEL TWIN має «середню» за класифікацією «професійний захист» здатність екранування ( $40 \text{ дБ} \geq SE > 30 \text{ дБ}$ ) у діапазоні частот від 0,7 до 1,5 ГГц;

– представлені полотна можуть бути рекомендовані в якості інтер'єрних текстильних матеріалів для оздоблення вікон, які поряд з функцією оздоблення житлових і адміністративних приміщень доповнюються функцією екранування ЕМВ.

### Література

- Петрова М.П. Модные тенденции в интерьере. *Текстильная промышленность*. 2003. № 4. С. 86-89.
- Пушкар Г.О., Семак Б.Д. Класифікація і характеристика функціональних властивостей інтер'єрного текстилю. *Вісник КНУТД*. 2013. №5(73). С. 124-131. URL: [https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/147\\_1](https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/147_1)
- Маноха Д.М., Арабулі С.І. Інтер'єрний текстиль: класифікація та вимоги // Тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів, 18-19 квітня 2019 року. Київ КНУТД. 2019. С. 285-286. URL: [https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/135\\_52](https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/135_52)
- Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г.Б. Минервин, В.Т. Шимко, А.В. Ефимов [и др.]; под общ. ред. Г.Б. Минервина и В.Т. Шимко; Моск. архит. ин-т, госуд. академия, каф. «Дизайн архитектурной среды» М.: «Архитектура-С», 2004. 289 с.
- Змановских Э.В. Художественные приемы и технологические средства в дизайне интерьера общественных зданий: дисс. ...канд. техн. наук: 17.00.06 / Змановских Э.В.; [Место защиты: С.-Петербург. гос. ун-т технологии и дизайна]. Иркутск, 2009. 253 с.
- Пушкар Г.О., Семак Б.Д. Сучасний асортимент і властивості нетканних текстильних матеріалів інтер'єрного призначення. *Вісник Львівської комерційної академії*. Серія товарознавство. 2011. Вип. 12. С. 15-21.
- ДСТУ 2197-93 Вироби декоративно-ткани. Терміни та визначення; введ. 1993-01-01. К. : Держстандарт України, 1993. 14 с.
- Галик І. С., Концевич О. Б., Семак Б. Д. Екологічна безпека та біостійкість текстильних матеріалів. Львів : вид-во ЛКА, 2006. 232 с.
- Bandara P., Carpenter D. Planetary electromagnetic pollution: its time to asses its impact. *Planetary Health*. 2018, Vol. 2, Is. 12. pp. E512-E514. DOI: [10.1016/S2542-5196\(18\)30221-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3)
- Arabuli S., Vlasenko V., Arabuli A. The modern approach to EMR shielding // II International scientific conference Contemporary trends and innovations in the textile industry. Proceedings 16-17<sup>th</sup> May, Belgrade, Serbia, 2019. С. 372 – 377.
- Fayed I., Bedda M. Electromagnetic Radiation and its effects on human beings: Survey and Environmental Recommendations. Conference proceedings: 15th Scientific Symposium for Hajj, Umrah and Madinah. 2015. pp. 35-47.
- Advanced Materials for Electromagnetic Shielding: Fundamentals, Properties, and Applications, First Edition. / Edited by Maciej Jaroszewski, Sabu Thomas, and Ajay V. Rane. 2019, John Wiley & Sons, Inc. 464 с. URL: <https://www.wiley.com/en-ua/Advanced+Materials+for+Electromagnetic+Shielding:+Fundamentals,+Properties,+and+Applications-p-9781119128618>
- Кизимчук О.П., Арабулі С.І., Власенко В.І. Текстиль для захисту від електромагнітного випромінювання. *Вісник КНУТД*. №3 (134). Частина 2 (серія «Технічні науки») 2019. С.48 – 61. DOI: [10.30857/1813-6796.2019.3.5](https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.3.5).
- EMI Shielding: Methods and Materials. A review / S. Geetha, K. K. Satheesh Kumar, Chepuri R. K. Rao, M. Vijayan, D. C. Trivedi. *Journal of Applied Polymer Science*. 2009. Vol. 112. p. 2073-2086. DOI: [10.1002/app.29812](https://doi.org/10.1002/app.29812).
- Textiles for protection against Electromagnetic Radiations: A review / Pratibha Malik, Astha Sharma, Gianender, J.P. Sharma. *Journal of Engineering Research and Application*. 2018. Vol.8, Is. 6 (Part III). P. 32-37. URL: [http://www.ijera.com/papers/Vol8\\_issue6/Part-3/F0806033237.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol8_issue6/Part-3/F0806033237.pdf)



16. Textiles in Electromagnetic Radiation Protection / Subhankar Maity, Kunal Singha, Pulak Debnath, Mrinal Singha. *Journal of Safety Engineering*. 2013, 2(2). P. 11-19. DOI: [10.5923/j.safety.20130202.01](https://doi.org/10.5923/j.safety.20130202.01).
17. Committee for Conformity Assessment of Accreditation and Certification on Functional and Technical Textiles. Specified requirements of electromagnetic shielding textiles. Taipei/Taiwan, Standard № FTTS-FA-003, 2005, URL: <http://www.ftts.org.tw/images/fa003E.pdf>
- ### References
- Petrova, M.P. (2003) Modnye tendetsii v interiere [Fashion trends in the interior]. *Tekstilnaia promyshlennost*. 4. 86–89. [In Russian].
  - Pushkar, G.O. & Semak, B.D. (2013) Klassyfikatsiia i kharakterystyky funktsionalnykh vlastyvostrykh interiernogo tekstyliu [Classification and description of functional properties of interior textile]. *Bulletin of Kyiv National University of Technologies and Design*. 5(73). 124–131. [In Ukrainian]. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/1471>
  - Manokha, D. & Arabuli, S. (2019). Interiernyi tekstil: klasyfikatsiia ta vymogy. [Interior textiles: classification and requirements]. *Book of abstracts: XVIII Ukrainian scientific conference for young scientists and students*. 18-19 April 2019. Kyiv. 285-286. [In Ukrainian]. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/13552>
  - Minervin, G. & Shymko, V. (Eds). (2004). *Design. Illustrated reference dictionary*. Moscow: «Arkhitektura-C». 289. [In Russian].
  - Zmanovskikh, E. (2009). Khudozhestvennye priiomy i tekhnologicheskie sredstva v dizayne interiera obshchestvennykh zdani. [Artistic techniques and technological means in the interior design of public buildings]. PhD thesis. Irkutsk. [In Russian].
  - Pushkar, O. & Semak, B. (2011) Suchasnyi asortyment i vlastyvostry netkanykh tekstylnykh materialiv interjernogo pryznachennia [Modern products range and properties of nonwoven textiles for interiors]. *Bulletin of the Lviv Commercial Academy. Commodity series*. 12. 15-21. [In Ukrainian].
  - DSTU 2197–93 Vyroby dekoratyvno-tkani. Terminy ta vyznachennia [Decorative and woven. Terms and Definitions]. K. : DerzhStandart Ukrainy, 14. [In Ukrainian].
  - Galyk I., Kontcevykh O. & Semak B. (2006) *Ekologichna bezpeka ta biostykyk tekstylnykh materialiv* [Ecological safety and biostability of textile materials]. Lviv: LKA. 232. [In Ukrainian].
  - Bandara, P. & Carpenter, O. (2018) Planetary electromagnetic pollution: its time to asses its impact. *Planetary Health*. 2, 12. E512-E514. DOI: [10.1016/S2542-5196\(18\)30221-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30221-3)
  - Arabuli, S., Vlasenko, V. & Arabuli, A. (2019) The modern approach to EMR shielding. *Proceedings: II International scientific conference Contemporary trends and innovations in the textile industry*. 16-17<sup>th</sup> May 2019, Belgrade, Serbia. 372 – 377.
  - Fayed, I. & Bedda, M. (2015) Electromagnetic Radiation and its effects on human beings: Survey and Environmental Recommendations. *Conference proceedings: 15th Scientific Symposium for Hajj, Umrah and Madinah*. 35-47.
  - Jaroszewski, M., Thomas, S. & Rane, A. (Eds) (2019). *Advanced Materials for Electromagnetic Shielding: Fundamentals, Properties, and Applications*. John Wiley & Sons, Inc. 464. <https://www.wiley.com/en-ua/Advanced+Materials+for+Electromagnetic+Shielding:+Fundamentals,+Properties,+and+Applications-p-9781119128618>
  - Kyzymchuk, O., Arabuli, S. & Vlasenko, V. (2019) Tekstil dlia zakhystu vid elektromagnitnogo vyprominiuвання [Textiles for Electromagnetic Radiation SHielding] *Bulletin of Kyiv National University of Technologies and Design. Series "Technical Science"*. 3 (134). 48 – 61. [In Ukrainian]. DOI: [10.30857/1813-6796.2019.3.5](https://doi.org/10.30857/1813-6796.2019.3.5).
  - Geetha, S., Satheesh, K., Kumar, K. et al. (2009) EMI Shielding: Methods and Materials – A review. *Journal of Applied Polymer Science*. 112. 2073–2086. DOI: [10.1002/app.29812](https://doi.org/10.1002/app.29812).
  - Malik, P., Sharma, A., Gianender et al. (2018) Textiles for protection against Electromagnetic Radiations: A review. *Journal of Engineering Research and Application*. 8, 6 (III). 32-37. [http://www.ijera.com/papers/Vol8\\_issue6/Part-3/F0806033237.pdf](http://www.ijera.com/papers/Vol8_issue6/Part-3/F0806033237.pdf)
  - Maity, S., Singha, K., Debnath, P. & Singha, M. (2013) Textiles in Electromagnetic Radiation



Protection. Journal of Safety Engineering. 2(2). 11-19. DOI: [10.5923/j.safety.20130202.01](https://doi.org/10.5923/j.safety.20130202.01).  
17. Committee for Conformity Assessment of Accreditation and Certification on Functional and Technical Textiles. Specified requirements

of electromagnetic shielding textiles. Taipei/Taiwan, Standard No. FTTS-FA-003, 2005.  
<http://www.ftts.org.tw/images/fa003E.pdf>

### INTERIOR TEXTILES WITH SHIELDING PROPERTIES AGAINST ELECTROMAGNETIC RADIATION

ARABULI S.<sup>1</sup>, KYZYMCHUK O.<sup>1</sup>, ARABULI A.<sup>1</sup>, VLASENKO V.<sup>1</sup>, BAJZIK V.<sup>2</sup>, OCHERETNA L.<sup>2</sup>, TUNAK M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine*

<sup>2</sup>*Technical University of Liberec, Czech Republic*

**The purpose.** An investigation of the shielding effectiveness against electromagnetic radiation (EMR) by woven fabrics that are presented on the Ukrainian interior textile market.

**Methodology.** Theoretical and experimental research is based on the general principles of textile materials science. The shielding effectiveness to EMR of textile fabrics was tested and measured using EM-2107A (Electro Metrics) in accordance with ASTM 4935-10 in the frequency range 30 MHz – 1.5 GHz.

**Results.** Flexible screens based on textile materials are widely used for EMR shielding. The shielding effectiveness against EMR by textile materials can be improved with fabric modifying by metal fibers/threads, metal particles or conductive polymers at various stages of textile production. It possible to substantiate the expediency of using metal-containing textile materials as interior textiles on the result of carried out analysis of the modern assortment of interior textiles and the experimental studies. Studies results have shown that the proposed fabrics have a high shielding ability by the classification "professional use" according to FTTS-FA-003 Specified

### ИНТЕРЬЕРНЫЙ ТЕКСТИЛЬ С ЭКРАНИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ ВОЗДЕЙСТВИЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

АРАБУЛИ С.<sup>1</sup>, КИЗИМЧУК Е.<sup>1</sup>, АРАБУЛИ А.<sup>1</sup>, ВЛАСЕНКО В.<sup>1</sup>, БАЙЗИК В.<sup>2</sup>, ОЧЕРЕТНАЯ Л.<sup>2</sup>, ТУНАК М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина*

<sup>2</sup>*Технический университет г. Либерец, Чешская Республика*

**Цель.** Исследование эффективности экранирования электромагнитного излучения (ЭМИ) тканями, которые представлены на рынке интерьерного текстиля Украины.

**Методология.** Теоретические и экспериментальные исследования базируются на основных положениях текстильного материаловедения. Эффективность экранирования текстильных полотен к действию ЭМИ измеряли с применением EM-2107A (Electro Metrics) в соответствии с ASTM 4935-10 в диапазоне частот 30 МГц – 1,5 ГГц.

**Результаты.** Для защиты от ЭМИ широко используют гибкие экраны на основе текстильных материалов. Эффективность экранирования ЭМИ текстильными материалами улучшают путем модификации полотна металлическими волокнами / нитями, частицами металлов или проводящими полимерами на разных стадиях производства. Анализ современного ассортимента интерьерного текстиля и проведенные экспериментальные исследования позволили обосновать целесообразность использования металлосодержащих текстильных материалов в качестве интерьерного текстиля. Исследования показали, что предложенные ткани имеют высокую способность экранирование по классификации «профессиональное

Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles, the shielding efficiency of which is within 30 ÷ 60 dB.

**Scientific novelty.** The expediency of using modern metal-containing textile materials as interior textiles for windows decoration has been substantiated. The studied textile materials make it possible to clarify a new promising segment of the interior textile market - windows decoration. The main goal of such textile - the decoration of the residential and administrative buildings is expanded and supplemented by the function of electromagnetic radiation shielding.

**Practical significance.** The complex of scientific research on the shielding effectiveness against EMR allowed offering a new range of interior textile materials for window decoration.

**Keywords:** *interior textiles; electromagnetic radiation; textile screens.*

использование" согласно FTTS-FA-003 Specified Requirements of Electromagnetic Shielding Textiles, эффективность экранирования которых находится в пределах 30 ÷ 60 дБ.

**Научная новизна.** Обоснована целесообразность использования современных металлосодержащих текстильных материалов в качестве интерьерного текстиля для отделки окон. Указанные текстильные материалы позволяют четко очертить новый перспективный сегмент рынка интерьерного текстиля, основная цель которого – отделка жилых и административных помещений, расширяется и дополняется функцией экранирования электромагнитного излучения.

**Практическая значимость.** Проведенный комплекс научных исследований по эффективности экранирования ЭМИ позволил предложить новый ассортимент интерьерных текстильных материалов для отделки окон.

**Ключевые слова:** *интерьерный текстиль; электромагнитное излучение; текстильные экраны.*

ІНФОРМАЦІЯ  
ПРО АВТОРІВ:

**Арабулі Світлана Іванівна**, канд. техн. наук, доцент кафедри технології та дизайну текстильних матеріалів, Київський національний університет технологій та дизайну, ORCID 0000-0003-1049-8255, Scopus 54405479200, **e-mail:** arabuli.si@knutd.edu.ua

**Кизимчук Олена Павлівна**, д-р техн. наук, професор, професор кафедри технології та дизайну текстильних матеріалів, Київський національний університет технологій та дизайну, ORCID 0000-0002-8874-8931, Scopus 36140680600, **e-mail:** kyzymchuk.o@knutd.edu.ua

**Арабулі Арсеній Торелевич**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технології та конструювання швейних виробів, Київський національний університет технологій та дизайну, ORCID 0000-0002-2583-4998, Scopus 23093245500, **e-mail:** arabuli.a@knutd.edu.ua

**Власенко Вікторія Іванівна**, канд. техн. наук, ст.н.с., завідувач навчально-наукової лабораторії синтетичних волокон, матеріалів і нових технологічних процесів, Київський національний університет технологій та дизайну, ORCID 0000-0001-6039-1515, Scopus 16475042800, **e-mail:** vlasenko@ekma.com.ua

**Байзюк Владімір**, доктор філософії, доцент, завідувач кафедри оцінки властивостей текстильних матеріалів, Технічний університет м. Ліберець, ORCID 0000-0002-0390-0755, Scopus 6602491651, **e-mail:** vladimir.bajzik@tul.cz

**Очеретна Лариса Валентинівна**, доктор філософії, асистент професора кафедри оцінки властивостей текстильних матеріалів, Технічний університет м. Ліберець, ORCID 0000-0003-4296-410X, Scopus 35775524000, **e-mail:** ocheretna.l@seznam.cz

**Марош Тунак**, доктор філософії, доцент, доцент кафедри оцінки властивостей текстильних матеріалів, Технічний університет м. Ліберець, ORCID 0000-0003-1481-4518, Scopus 25422662500, **e-mail:** maros.tunak@tul.cz

[https://doi.org/  
10.30857/2617-  
0272.2020.3.12](https://doi.org/10.30857/2617-0272.2020.3.12)

**Цитування за ДСТУ:** Арабулі С. І., Кизимчук О. П., Арабулі А. Т., Власенко В. І., Байзик В., Очеретна Л. В., Тунак М. Інтер'єрний текстиль з екрануючими властивостями до дії електромагнітного випромінювання. *Art and design*. 2020. №3. С. 145-155.

**Citation APA:** Arabuli, S., Kyzymchuk, O., Arabuli, A., Vlasenko, V., Bajzik, V., Ocheretna, L., Tunak, M. (2020) Interior textiles with shielding properties against electromagnetic radiation. *Art and design*. 3. 145-155.