

М.Г. ПАНТЕЛЯТ, П.С. МЯСОЄДОВ, Г.В. ЛАМАШ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І СИСТЕМ: СТИСЛИЙ ОГЛЯД ОСНОВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ ТА ФЕДЕРАТИВНОЇ РЕСПУБЛІКИ НІМЕЧЧИНА

У червні 2022 р. Україна отримала статус країни кандидата на вступ до Європейського Союзу (ЄС). І вже наприкінці 2023 р. керівні органи ЄС прийняли рішення розпочати перемовини про вступ України до ЄС. На цьому шляху Україні необхідно провести значний обсяг реформ, у тому числі повністю адаптувати національне законодавство відповідно до європейського. Це стосується і нормативної бази щодо електромагнітної сумісності. З огляду на це, у роботі стисло розглянуто особливості, структуру та застосування сучасних нормативних документів з питань електромагнітної сумісності технічних об'єктів і систем, що діють у Європейському Союзі як на міжнародному (загальноєвропейському), так і на національному рівні. Стосовно конкретної країни-члена ЄС, у статті огляд виконується на прикладі Федеративної Республіки Німеччини (ФРН).

Ключові слова: електромагнітна сумісність, нормативні документи, огляд, Європейський Союз.

M.G. PANTELYAT, P.S. MIASOEDOV, H.V. LAMASH

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF TECHNICAL OBJECTS AND SYSTEMS: BRIEF REVIEW OF THE MAIN REGULATORY DOCUMENTS OF THE EUROPEAN UNION AND THE FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

In June 2022, Ukraine received the status of a candidate country for joining the European Union (EU). And already at the end of 2023, the governing bodies of the EU decided to start negotiations on Ukraine's accession to the EU. On this path, Ukraine needs to carry out a significant amount of reforms, including fully adapting national legislation in accordance with European legislation. This also applies to the regulatory framework regarding electromagnetic compatibility. With this in mind, the article briefly describes the features, structure and application of modern regulatory documents on electromagnetic compatibility of technical objects and systems acting in the European Union at both the international (pan-European) and national level. Regarding a specific EU member state, the article reviews the Federal Republic of Germany as an example.

Keywords: electromagnetic compatibility, regulatory documents, overview, European Union.

Вступ. У роботі [1] виконано огляд системи та органів стандартизації Європейського Союзу (ЄС) на міжнародному (загальноєвропейському) рівні, а також на прикладі Федеративної Республіки Німеччини (ФРН) як однієї з найбільш розвинутих країн-членів.

Така мета та зміст роботи [1] обумовлені тим, що проблема законодавчого та організаційного забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) технічних об'єктів і систем є надзвичайно актуальною, оскільки відповідні вимоги є обов'язковими у всіх економічно розвинених країнах світу. В Україні розробці, впровадженню та дотриманню відповідних нормативних документів приділяється менша увага, ніж, наприклад, у Європейському Союзі (ЄС). З червня 2022 р. Україна має статус країни кандидата на вступ до Європейського Союзу, а вже наприкінці 2023 р. керівні органи ЄС прийняли рішення розпочати процес, відомий як переговори про вступ України до ЄС. У зв'язку з цим, на шляху до вступу до ЄС Україні необхідно достатньо швидко провести низку реформ, у тому числі повністю адаптувати національне законодавство відповідно до європейських критеріїв. Це цілком стосується і нормативної бази щодо ЕМС.

Тому, представляє інтерес аналіз сучасної системи нормативних документів ЄС з питань ЕМС, а також огляд відповідних загальноєвропейських органів стандартизації, безпосередньо відповідальних за розробку та впровадження нормативної бази з ЕМС. Також, у зв'язку зі стрімким наближенням України до Європейського Союзу, потрібно звернути увагу на національний рівень цього питання – відповідне законодавство, органи та системи стандартизації з ЕМС окремих країн-членів ЄС. Однієї з частин цієї задачі –

огляду сучасної загальної системи та органів стандартизації стосовно електромагнітної сумісності, що діють у Європейському Союзі як на міжнародному (загальноєвропейському), так і на національному рівні, – присвячена робота [1].

Метою цієї статті є продовження дослідження, розпочатого у [1], а саме стислий огляд і аналіз міжнародних і національних нормативних документів з питань електромагнітної сумісності технічних об'єктів і систем. Стосовно конкретної країни-члена ЄС, у роботі, як і в [1], розгляд виконується на прикладі Федеративної Республіки Німеччини (ФРН) [2, 3] як провідного члена ЄС.

Загальна класифікація нормативних документів стосовно ЕМС:

- Закони конкретних держав-членів ЄС
- Стандарти:
 - загальноєвропейські
 - національні
- Інші нормативні документи

Класи стандартів з ЕМС.

Загальноєвропейські та національні стандарти з питань ЕМС у загальному випадку можна достатньо умовно розподілити, за одним підходом до відповідної класифікації, на три, а за іншим підходом, на шість великих класів [2, 4]. За першим з таких підходів [2, 4], відповідні стандарти підрозділяються на документи, що стандартизують та/або унормовують:

- 1) норми електромагнітного випромінювання (емісії)
- 2) граничні величини емісії
- 3) методи та прилади для вимірювання емісії

Відповідно до іншого погляду на систему норма-

© М.Г. Пантелят, П.С. Мясоедов, Г.В. Ламаш, 2024

тивних документів з EMC, поділ стандартів на класи виглядає наступним чином [2, 4]:

1) стандарти стосовно відповідного імунітету, тобто перешкодозахищеності, які, більш детально, визначають

2) межу перешкодозахищеності, тобто жорсткість відповідного контролю

3) методи та відповідне обладнання для перевірки/контролю перешкодозахищеності

4) стандарти стосовно супресорів, тобто подавлячів електромагнітних перешкод, а саме, детальніше

5) властивості апаратури, що подавляє перешкоди

6) методи та відповідне обладнання для випробування супресорів

Загалом, потрібно зазначити, що навіть за спостереженнями європейських спеціалістів, які викладають, досліджують та використовують відповідний інформативний матеріал, система стандартизації з питань EMC виглядає достатньо «заплутаною», оскільки [4]:

- містить різні унормовані граничні значення для різноманітних галузей промисловості, видів продукції, а також стосовно навколишнього середовища

- на зміст системи стандартизації з EMC все ще суттєво впливає процес її історичного розвитку

Складність або саме «заплутаність» ситуації можна проілюструвати своєрідною блок-схемою [1, 2, 4] (рис. 1 – наводимо переклад з німецької на українську), на якій наведено дещо інший поділ стандартів з EMC на три класи з деякими рекомендаціями стосовно їх вибору та відповідного подальшого використання:

1) Загальні стандарти: мінімальні вимоги до випромінювання перешкод і захищеності з посиланням на тип середовища (житлові, промислові, спеціальні середовища).

2) Основні стандарти: методи вимірювання та випробування, пов'язані з явищами для підтвердження EMC та необхідних обмежень (наприклад, для виробників випробувального обладнання).

3) Стандарти на продукцію: докладна інформація про налаштування вимірювання та тестування, умови роботи пристрою, що тестується, під час вимірювання чи тестування, допустимі граничні значення та суворість тестування тощо для продуктів або сімейств продуктів.

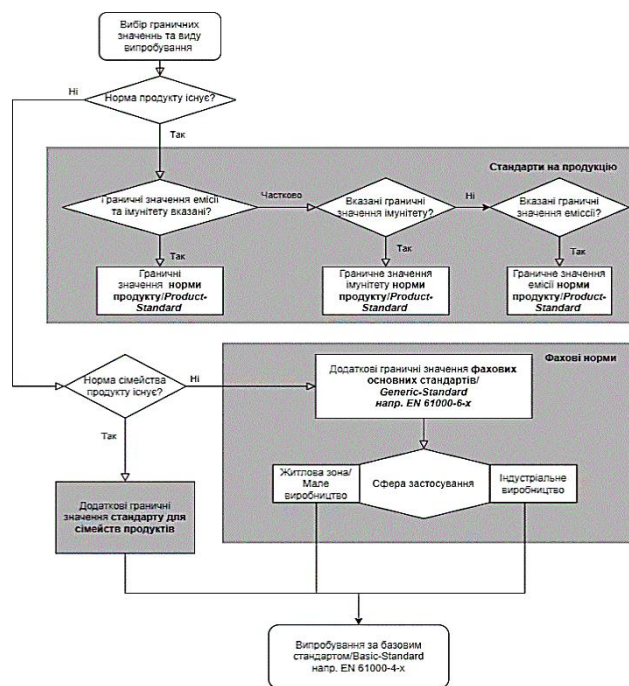


Рис. 1. Класи стандартизації [1, 2, 4]

Загальний процес стандартизації (розробки нормативних документів) з питань EMC [5] (як, швидше за все, загалом і з інших науково-технічних і споріднених питань) складається з наступних етапів [5]:

- загальноєвропейські політичні інституції (в першу чергу, керівні органи ЄС) встановлюють і контролюють основні принципи та міжнародне законодавство

- країни-члени ЄС узгоджують своє національне законодавство із загальноєвропейським

- органи стандартизації [1-5] діють у відповідності до приватного, а не державного (публічного) права

- стандарти набувають законодавчого характеру (сили) лише у відповідності до національних процедур і законів або шляхом видання директив Європейської Ради, які випущені у відповідних державах-членах ЄС

Розглянемо стисло нормативні документи з питань EMC, розроблені та впроваджені у рамках перелічених вище етапів.

Директива 2014/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) від 26 лютого 2014 р. про гармонізацію законодавства держав-членів щодо електромагнітної сумісності [6, 7] (принагідно зазначимо, що значний інтерес представляє також документ [8], який є офіційними вказівками або своєрідним посібником з використання Директиви).

Основні положення цього загальноєвропейського нормативного документу [5-7]:

- Стаття 1 – Предмет (даної Директиви): Директива регулює електромагнітну сумісність обладнання. Вона спрямований на забезпечення функціонування внутрішнього ринку, вимагаючи, щоб обладнання відповідало належному рівню електромагнітної сумісності

- Стаття 3 – Визначення (основних термінів і по-

нять, що використовуються у Директиві). Лише один важливий приклад: «електромагнітне середовище» означає усі електромагнітні явища, які можна спостерігати в певному місці

- Стаття 4 – Надання доступності до ринку та/або введення в експлуатацію: Держави-члени (ЄС) вживають усіх належних заходів для забезпечення того, що обладнання виходить на ринок та/або вводиться в експлуатацію, лише якщо воно відповідає вимогам цієї Директиви за належного встановлення, обслуговування та використання за призначенням

- Стаття 5 – Вільний рух обладнання: Держави-члени (ЄС) не повинні перешкоджати, з причин, що стосуються електромагнітної сумісності, виходу на ринок та/або введенню в експлуатацію на своїй території обладнання, яке відповідає цій Директиві

- Стаття 13 – Презумпція відповідності обладнання: Обладнання, яке відповідає гармонізованим стандартам або їх частинам, посилання на які були опубліковані в Офіційному журналі Європейського Союзу, вважається таким, що відповідає основним вимогам, викладеним у Додатку I, охопленим цими стандартами або їх частинами

- Стаття 14 – Процедура оцінки відповідності апаратури: Відповідність апаратури основним вимогам, викладеним у Додатку I, має бути продемонстрована за допомогою будь-якої з таких процедур оцінки відповідності: (а) внутрішній контроль виробництва, викладений у Додатку II; (б) перевірка типу ЄС, яка супроводжується відповідністю типу на основі внутрішнього контролю виробництва, викладеного в Додатку III

- Стаття 7 § 2 Зобов'язань виробників: Якщо відповідність обладнання застосованим вимогам було продемонстровано цією процедурою, виробники повинні скласти декларацію ЄС про відповідність та нанести маркування CE (рис. 2) [1, 2, 4, 5]



Рис. 2 – Маркування відповідності CE: позначка та її дизайн

Перелік основних загальноєвропейських стандартів з питань EMC [9].

Серед значного обсягу відповідної інформації, звернемо увагу на наступне [5]:

- IEC 61000: Основний (базовий) стандарт
- IEC 61000-1: Загальний вступ, основні принципи, визначення
- IEC 61000-2: Електромагнітне середовище (класифікація, рівень)
- IEC 61000-3: Обмеження (випромінювання, імунітет)
- IEC 61000-4: Процедури тестування та вимірювання
- IEC 61000-5: Заходи стосовно EMC-сумісного обладнання та налаштування систем
- IEC 61000-6: Загальний стандарт

- CISPR 11: Стандарт на продукцію – промислове, наукове та медичне обладнання (інформація стосовно діяльності CISPR – Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques / Спеціальний міжнародний комітет із радіоперешкод – наведена в [1])

Стосовно сфер застосування Директиви 2014/30/ЄС і загальноєвропейських стандартів з питань EMC, звернемо увагу на наступне. Зазначені нормативні документи головним чином стосуються процесів та явищ, які мають місце у електромагнітних полях у діапазоні частот кГц/МГц/ГГц, а поля промислової частоти 50/60 Гц взагалі не згадуються, наприклад, у [8]. Ситуація з нормуванням EMC на промисловій частоті значною мірою може бути виправлена шляхом розробки та впровадження детальних галузевих нормативних документів, таких як, в першу чергу, відповідний стандарт НАЕК «Енергоатом» [10], де мають місце безпосередні посилання на розділи загальноєвропейських стандартів IEC 61000-2-4, IEC 61000-3-2, IEC 61000-3-3, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-1 та ін.

Загальний стандарт IEC 61000-6 містить розділи, загальне призначення деяких з них наведено у табл. 1 [5].

Таблиця 1 – Деякі розділи стандарту IEC 61000-6

Середовище	Імунітет	Емісія
Житлові середовища		IEC 61000-6-3
Житлові, комерційні середовища та легка промисловість	IEC 61000-6-3	
Комерційні середовища та легка промисловість		IEC 61000-6-8
Промислові середовища	IEC 61000-6-2	IEC 61000-6-4

Національне законодавство с питань EMC (на прикладі ФРН). Національне законодавство та нормативні документи створюються у відповідності до загальноєвропейської нормативної бази. Нормативні документи розробляються та впроваджуються відповідними державними уповноваженими інституціями [1, 4].

У ФРН національне законодавство включає в себе в першу чергу Закон ФРН про EMC "EMVG" (від 31.12.2004) [1, 3, 4] і Закон ФРН про телекомунікації "TKG" (від 23.06.2021) [11].

Закон ФРН про EMC "EMVG" регулює введення в обіг, ретрансляцію, встановлення, введення в експлуатацію і використання електричних пристроїв та установок, які можуть створювати або підпадати під вплив електромагнітних перешкод. Також він визначає рамки дій для Федерального агентства мереж з виконання закону в рамках обробки перешкод, що відбувається на національному рівні [12].

Закон ФРН про телекомунікації "TKG" стосується надання ліцензій на встановлення та експлуатацію

телекомунікаційних систем і обладнання, наприклад, радіопередавачів, телефонів, телеграфу, факсів тощо.

У ФРН недотримання передбачених законодавством стандартів з електромагнітної сумісності є адміністративним правопорушенням, яке карається великими штрафами.

Діють також юридично необов'язкові (не зобов'язуючі) стандарти, переважно – галузеві стандарти без «формальної» юридичної сили [1, 4].

Висновки. Стисло розглянуто особливості, структуру та призначення основних нормативних документів з питань електромагнітної сумісності технічних об'єктів і систем на міжнародному рівні у рамках Європейського Союзу, а також на національному рівні на прикладі Федеративної Республіки Німеччини.

Підтримка виконання роботи. Автори вдячні проф. Маркусу Клеменсу, Бергський університет м. Вупперталь, Німеччина (Prof. Markus Clemens, Bergische Universität Wuppertal, Germany) за курс лекцій з питань електромагнітної сумісності (EMC) технічних систем (Elektromagnetische Verträglichkeit technischer Systeme / Electromagnetic Compatibility of Technological Systems) [4], люб'язно надані ним, а також д.т.н. Матіасу Магдовскі, Магдебургський університет ім. Отто фон Геріке, Німеччина (Dr.-Ing. Mathias Magdowski, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Germany) за його навчальні матеріали з цієї ж теми (EMC) [5].

Acknowledgment. The authors are grateful to Prof. Markus Clemens, Bergische Universität Wuppertal, Germany for a course of lectures on electromagnetic compatibility (EMC) of technological systems (Elektromagnetische Verträglichkeit technischer Systeme / Electromagnetic Compatibility of Technological Systems) [4] kindly provided by him, and also to Dr.-Ing. Mathias Magdowski, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Germany for his educational materials on the same topic (EMC) [5].

Список літератури

1. Пантелят М.Г., Мясоедов П.С. Електромагнітна сумісність технічних об'єктів і систем: огляд системи та органів стандартизації Європейського Союзу та Федеративної Республіки Німеччина. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика.* 2023. № 1 (9). С. 26-30. doi: 10.20998/2079-3944.2023.1.04.
2. Schwab A.J., Kürner W. *Elektromagnetische Verträglichkeit.* 6., bearb. und aktualisierte. Heidelberg: Springer, 2011. 545 p. ISBN 978-3-642-16609-9.
3. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Technik/TechnischeVertraeglichkeit/EMVG20080226pdf.pdf?jsessionid=3BED7DA33B4A324068013D96ECAEEE7D?__blob=publicationFile&v=2

4. Clemens M. *Electromagnetic Compatibility of Technical Systems.* Lecture notes, Wintersemester 2022/2023. Wuppertal: University of Wuppertal, 2022.
5. Magdowski M. *Electromagnetic Compatibility.* Lecture notes. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2023.
6. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&rid=4>
7. <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vjs5ga5m4dzf>
8. <https://www.ibf-solutions.com/fileadmin/Dateidownloads/emcd-guidelines.pdf>
9. <https://webstore.iec.ch/searchform&q=IEC%2061000>
10. Електромагнітна сумісність електротехнічного обладнання атомних електричних станцій. Вимоги та методики випробування. Стандарт Державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» СОУ НАЕК 243:2023. Київ: НАЕК «Енергоатом». 2023, 341 с.
11. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/TKG.pdf
12. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Gesetze/Technologie-Innovation/EMVG.html>

References (transliterated)

1. Panteljat M.H., Mjasojedov P.S. Elektromahnitna sumisnist' tehničnyh objektiv i system: ohljad systemy ta orhaniv standartyzaciji Jevropejs'koho Sojuza ta Federatyvnoji Respubliki Nimeččyna [Electromagnetic compatibility of technical objects and systems: overview of the system and standardization bodies of the European Union and the Federal Republic of Germany]. *Visnyk Nacional'noho texničnoho universytetu «XPI». Serija: Problemy udoskonaljvannja elektryčnyh mašin i aparativ. Teorija i praktyka* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problems of Electrical Machines and Apparatus Perfection. The Theory and Practice]. 2023. no. 1 (9). pp. 26-30. doi: 10.20998/2079-3944.2023.1.04.
2. Schwab A.J., Kürner W. *Elektromagnetische Verträglichkeit.* 6., bearb. und aktualisierte. Heidelberg: Springer, 2011. 545 p. ISBN 978-3-642-16609-9.
3. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Technik/TechnischeVertraeglichkeit/EMVG20080226pdf.pdf?jsessionid=3BED7DA33B4A324068013D96ECAEEE7D?__blob=publicationFile&v=2
4. Clemens M. *Electromagnetic Compatibility of Technical Systems.* Lecture notes, Wintersemester 2022/2023. Wuppertal: University of Wuppertal, 2022.
5. Magdowski M. *Electromagnetic Compatibility.– Lecture notes.– Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,* 2023.
6. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0030&rid=4>
7. <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vjs5ga5m4dzf>
8. <https://www.ibf-solutions.com/fileadmin/Dateidownloads/emcd-guidelines.pdf>
9. <https://webstore.iec.ch/searchform&q=IEC%2061000>
10. Elektromahnitna sumisnist' elektrotehničnoho obladnannja atomnykh elektryčnykh stantsii. Vymohy ta metodyky vyprobuvannja. Standart Derzhavnoho pidpryemstva «Natsionalna atomna enerhoheneruiucha kompaniia «Enerhoatom» SOU NAEK 243:2023. Kyiv: NAEK «Enerhoatom». 2023, 341 p.
11. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/TKG.pdf
12. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Gesetze/Technologie-Innovation/EMVG.html>

Надійшла (received) 20.05.2024

Відомості про авторів / About the authors

Пантелят Михайло Гарріюович (Panteljat Mykhailo Garrijovich) – кандидат фізико-математичних наук, старший дослідник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри електричних апаратів; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1357-2134>; e-mail: m150462@yahoo.com.

Мясоедов Павло Сергійович (Miasoedov Pavlo Sergijovich) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», аспірант, кафедра електричних апаратів; м. Харків, Україна; e-mail: Pavel.miasoedov.97@gmail.com.

Ламаш Георгій Віталійович (Lamash Heorhii Vitalijovyč) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», студент, кафедра електричних апаратів; м. Харків, Україна; e-mail: georglamash@gmail.com