

А. Ф. ЖАРКІН, чл.-кор. НАНУ, докт. техн. наук, заст. дир. з н.р., Інститут електродинаміки НАНУ, Київ;
С. О. ПАЛАЧОВ, канд. техн. наук, наук. співр., Інститут електродинаміки НАНУ, Київ;
Т. Б. ШКЛЯР, канд. техн. наук, мол. наук. співр., Інститут електродинаміки НАНУ, Київ.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНИХ ВИМОГ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ В НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТАХ УКРАЇНИ

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, яка була підписана в 2014 році, передбачає поступову інтеграцію економіки України до внутрішнього ринку ЄС. Важливою умовою для створення зони вільної торгівлі між Україною та ЄС є адаптація регуляторних норм України, в тому числі у галузі енергетики та приладобудування, до відповідних нормативних актів і стандартів ЄС. Для коректної практичної реалізації в нормативній базі України міжнародних вимог щодо забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) в розподільних мережах необхідно в першу чергу чітко зрозуміти систему загальних принципів, згідно з якими створювалися зазначені вимоги, що дозволить створити завершений комплекс нормативних документів в цій галузі замість набору документів різних відомств що існують зараз, які не зв'язані єдиною концепцією і тому іноді суперечать один одному.

Слід зазначити, що загальні принципи забезпечення ЕМС, які застосовуються в країнах ЄС, розроблені Міжнародною електротехнічною комісією (МЕК) з урахуванням позитивного досвіду практичного застосування в різних країнах відповідних національних правил забезпечення ЕМС. Також важливим є те, що зазначені принципи базуються на оптимальному (з точки зору мінімізації сукупних витрат) розподілі відповідальності за забезпечення ЕМС між енергопостачальною компанією і споживачами, обладнання яких спричиняє створення завад в розподільній мережі, а також на партнерських взаємовідносинах між ними і розумінні необхідності їх спільних зусиль у вирішуванні проблем, що виникають.

Основні положення концепції щодо забезпечення ЕМС розподільних мережах визначено в стандартах і технічних звітах МЕК. Наприклад, у ІЕС 61000-1-1, розглянуто використання та тлумачення основоположних термінів. В даному технічному звіті вказано наступне:

- основний критерій оцінки дотримання ЕМС в електричній мережі базується на аналізі показників якості напруги електропостачання;
- емісія збурень від обладнання, яке підключено до електричної мережі, має бути нижчим рівня, що може спричинити неприпустиме погіршення роботи іншого обладнання в цьому оточенні;
- усе устаткування, що функціонує в електричній мережі, повинно мати достатню стійкість до рівня електромагнітних збурень, що, зазвичай, мають місце в цьому оточенні;
- для електричних мереж з контрольованим рівнем емісії завад норми показників якості напруги встановлюються на основі рівнів електромагнітної сумісності по кожному типу збурень.

Для розуміння базових принципів забезпечення ЕМС треба більш детально зупинитися на понятті рівня електромагнітної сумісності, оскільки його значення застосовується для практичного розрахунку граничних рівнів емісії завад від обладнання споживачів. Згідно з визначенням рівень сумісності – це встановлений рівень електромагнітного збурення, який використовують як базове значення для узгодження рівнів емісії завад та завадостійкості. Зазначений рівень збурень напруги електропостачання можна очікувати в розподільній електричній мережі з високою ймовірністю (впродовж не менш, ніж 95% від загального часу спостережень) за умов обмеження емісії збурень від навантаження споживачів на відповідному рівні.

Допустимі норми з сумарної емісії збурень від навантаження всіх споживачів, що підключено до конкретної розподільної електричної мережі, можна визначити на основі рівнів сумісності, якщо є дані щодо значень імпедансу мережі. Однак, для того, щоб встановити аналогічні норми для окремого споживача або навіть окремої одиниці його обладнання, необхідно визначити правила, згідно з якими загальний рівень емісії збурень для всієї мережі розподіляється між споживачами у вигляді допустимих квот, які враховують потужність навантаження споживача, кількість одиниць однотипного обладнання та ймовірність їх одночасної роботи.

Очевидно, що в умовах житлового і торгового секторів, а також виробничих зон з малим енергоспоживанням, коли до розподільних електричних мереж підключена велика кількість малопотужних споживачів з однотипним обладнанням, індивідуальний розрахунок вказаних квот на граничний рівень емісії завад в конкретному електромагнітному оточенні, а також проведення вимірювань з метою контролю за їх дотриманням є недоцільним. Тому для зазначених мереж низької напруги європейських країн, імпеданс яких з великою долею ймовірності є відомим, для малопотужного обладнання визначено уніфіковані значення граничних рівнів емісії завад, що базуються на певних припущеннях, які характерні для стандартної електромагнітної обстановки.

Розглянемо основні припущення, які враховувалися розробниками стандартів МЕК для визначення вимог до обладнання в умовах стандартного електромагнітного оточення:

– типова низьковольтна розподільна мережа живиться від трансформатора потужністю 500 кВА, базове значення імпедансу мережі відповідає даним, наведеним в Технічному звіті IEC/TR 60725 (отримано внаслідок статистичної обробки результатів досліджень характеристик існуючих мереж європейських країн);

– обладнання всіх споживачів не функціонує одночасно;

– обладнання, яке внаслідок свого функціонального призначення має найбільш високу ймовірність одночасної довготривалої роботи (прилади освітлення, комп'ютери, телевізори), не сконцентровано в одному місці, а рівномірно розподілено впродовж електричної мережі.

Враховуючи зазначені припущення, для кожної окремої одиниці низьковольтного обладнання, струм споживання якої не перевищує 16А на фазу, МЕК встановила обов'язкові вимоги до граничного рівня емісії двох типів кондуктивних збурень: гармонік струму і флікеру. Зазначені вимоги мають бути забезпечені конструкцією приладу на етапі його виробництва і підтверджені декларацією відповідності.

Слід підкреслити, що методика гармонізованих стандартів передбачає вимірювання характеристик пристрою не в умовах його підключення до реальної мережі, а в умовах живлення від джерела тестової напруги з чітко визначеними характеристиками форми кривої напруги і вихідного опору. Внаслідок цього значення рівнів емісії збурень, що отримані виробником під час тестових іспитів згідно з методикою стандартів МЕК, можуть суттєво відрізнитися від значень, що можуть мати місце в конкретному електромагнітному оточенні.

В той же час така методика МЕК забезпечує повторюваність та відтворюваність результатів випробувань. Завдяки зазначеній методиці контроль за тим, щоб обладнання малої потужності відповідало обов'язковим вимогам гармонізованих стандартів, мають здійснювати не енергопостачальні організації шляхом проведення складних вимірювань за місцем підключення пристроїв до мережі, а державні органи ринкового нагляду шляхом простої перевірки наявності у обладнання споживача декларації про відповідність суттєвим вимогам з ЕМС.

Треба мати на увазі, що дотримання норм з емісії завад від кожної окремої одиниці обладнання автоматично не означає забезпечення ЕМС у будь-якій конкретній електромагнітній обстановці, оскільки споживачі можуть мати різну кількість таких одиниць. Тому МЕК в технічному звіті IEC/TR 61000-3-14 рекомендує під час приєднання споживача до електричної мережі проводити процедуру оцінки забезпечення ЕМС, яка в залежності від потужності його обладнання може бути однією з трьох ступеней складності. У випадку, коли загальний споживаний струм всіх пристроїв споживача не перевищує 16А на фазу, а кожна окрема одиниця обладнання відповідає вимогам гармонізованих стандартів, МЕК рекомендує застосовувати перший ступінь процедури оцінки забезпечення ЕМС в стандартному електромагнітному оточенні (найбільш спрощений), яка базується на уніфікованих вимогах до кожної одиниці обладнання. Згідно з цією процедурою обладнання споживача, що відповідає зазначеним вимогам, може бути приєднано до будь-якої низьковольтної електричної мережі без обмежень і оцінки фактичного рівня емісії завад. У випадку погіршення показників якості напруги електропостачання в мережі цю проблему мають вирішувати не споживачі, а виключно електропостачальна компанія.

Для обладнання більшої потужності, коли споживаний струм перевищує 16А на фазу, принцип забезпечення ЕМС у стандартній електромагнітній обстановці і, відповідно, спрощена процедура оцінки забезпечення ЕМС не застосовується. Для кожної окремої одиниці низьковольтного обладнання, струм споживання якої не перевищує 75А на фазу, в гармонізованих стандартах наведено обов'язкові вимоги щодо гармонік струму і флікеру. Але на відміну від вимог до малопотужного обладнання зазначені вимоги враховують конкретну електромагнітну обстановку і визначаються в залежності від співвідношення потужності короткого замикання мережі і повної потужності пристрою. Тому в декларації про відповідність на такий пристрій має бути вказано значення потужності короткого замикання мережі, до якої він може бути підключений. Тільки за зазначених умов характеристики потужного пристрою будуть відповідати нормам гармонізованих стандартів.

Для повного дотримання принципів забезпечення ЕМС щодо низьковольтного обладнання зі струмом споживання від 16 до 75А на фазу недостатньо тільки перевірки наявності декларації про відповідність з боку державних органів ринкового нагляду. Необхідно також стежити за правомірністю підключення цих пристроїв у відповідності з обмеженнями щодо характеристик електричних мереж, які наведено в декларації. Такій контроль має здійснювати електропостачальна компанія. При цьому для всього обладнання споживача МЕК рекомендує застосовувати другий ступінь процедури оцінки забезпечення ЕМС в конкретному електромагнітному оточенні, який враховує характеристики електричної мережі. Для цього в кожній країні енергопостачальна компанія або національні органи регулювання в енергетиці мають встановити свої правила розподілу між окремими споживачами розрахованого допустимого загального рівня емісії завад в типовій електричній мережі у вигляді квот, а на їх основі визначити значення граничних норм для емісії завад від окремого споживача, оскільки зазначені правила і норми не встановлено міжнародними документами, що мають обов'язкову силу. В технічному звіті IEC/TR 61000-3-14 наведено рекомендації для розробки відповідних національних документів щодо норм з емісії трьох типів завад: небалансу напруг, гармонік струму і флікеру.

Для низьковольтного обладнання зі струмом споживання понад 75А на фазу МЕК рекомендує застосовувати виключно третій ступінь процедури оцінки забезпечення ЕМС, що не передбачає жодних стандартних вимог щодо емісії завад від обладнання, а враховує особливості електромагнітного оточення в конкретній електричній мережі і базується на розрахунку рівнів завад (показників якості напруги), які очікуються після підключення потужного споживача.

При цьому для досягнення ЕМС за взаємною домовленістю між споживачем і електропостачальною компанією може бути здійснено внесення змін в інфраструктуру електричної мережі з метою поліпшення її характеристик.

Розглянута вище багатоступенева система оцінки забезпечення ЕМС розповсюджується також і на мережі середньої напруги. На основі моніторингу характеристик європейських розподільних електричних мереж середньої напруги спеціалісти МЕК прийшли до висновку, що внаслідок значної відмінності в значеннях характеристик таких мереж неможливо розробити міжнародні стандарти для норм емісії завод відповідного обладнання. В той же час в межах окремої країни або її регіонів можна встановити базове значення імпедансу мережі середньої напруги. Тому оцінка забезпечення ЕМС під час підключення обладнання споживачів до мереж середньої напруги може бути проведена за принципами другого ступеня, тобто на основі розрахунку допустимого загального рівня емісії завод в типовій електричній мережі середньої напруги з базовим значенням імпедансу, а також встановлених правил розподілу квот між окремими споживачами. В цьому випадку можливо застосування єдиних загальнодержавних або регіональних норм емісії завод від всього обладнання споживача, що суттєво спрощує оцінку забезпечення ЕМС.

Для потужного обладнання, що приєднується до мереж середньої напруги, але не відповідає умовам другого ступеня оцінки ЕМС, а також для будь-якого обладнання, що приєднується до мереж високої напруги має бути застосовано третя ступінь оцінки ЕМС. Зазначений ступінь оцінки є найбільш складним, оскільки передбачає вимірювання показників якості напруги і проведення індивідуальних розрахунків для конкретного електромагнітного оточення.

Таким чином, можна вважати, що МЕК розробила ефективну гнучку багатоступеневу систему забезпечення ЕМС в електричних мережах різного рівня напруг, яка враховує сучасний рівень розвитку техніки та вартість проведення відповідних заходів і пропонує оптимальну процедуру оцінки дотримання ЕМС для споживачів різної потужності. Слід зазначити, що частина положень розглянутих принципів, що наведено в стандартах і технічних звітах МЕК, має обов'язковий характер, а частина на даний час існує лише у вигляді рекомендацій МЕК для національних органів регулювання в енергетиці. Наприклад, безумовне дотримання вимог гармонізованих стандартів відносно емісії завод від кожної одиниці низьковольтного пристрою є обов'язковим для всіх країн ЄС, оскільки зазначену вимогу містить ЕМС Директива ЄС, яка забезпечує вільне пересування товарів в межах загального економічного простору. В той же час доцільність застосування в тому чи іншому об'ємі інших запропонованих МЕК принципів забезпечення ЕМС, зокрема, відносно контролю рівня емісії завод від всього обладнання споживача є прерогативою національних органів регулювання в енергетиці.

Розглянемо практичну реалізацію міжнародних вимог щодо забезпечення ЕМС в сучасних нормативних документах України в галузі енергетики.

У січні 2013 року Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики (НКРЕ) своєю постановою №32 затвердила нові «Правила приєднання електроустановок до електричних мереж». В зазначених «Правилах» (як і у попередній їх редакції), не передбачено можливості енергопостачальній організації обмежити підключення установок споживачів на підставі порушення ними умов забезпечення ЕМС, оскільки на сьогодні жоден закон або Технічний регламент України не встановлює для них такого права.

У пункті 1.3 зазначених «Правил», як і в ст. 24 Закону України «Про електроенергетику наведено наступне: «Електропередавальна організація не має права відмовити в приєднанні до її мереж електроустановки замовника за умови дотримання ним вимог цих Правил». При цьому в зазначених «Правилах» не передбачена не тільки необхідність дотримання «замовником» граничних рівнів емісії зазначених вище типів збурень від апаратури, але і відсутня форма збору даних, які можуть дозволити енергопостачальній організації оцінити показники якості напруги, очікувані після підключення споживача. Крім того в «Правилах» не передбачено варіанти дій енергопостачальної організації в тому випадку, коли після підключення споживача показники якості напруги виявляються за межами допусків, встановлених стандартами. Таким чином, на даний час енергопостачальна організація зобов'язана підключити споживача до мережі, незважаючи на те, що рівень емісії завод від його апаратури може істотно погіршити показники якості напруги в мережі.

Питання, що стосуються забезпечення якості напруги електропостачання, розглядаються в «Правилах користування електричною енергією», які були затверджені постановою НКРЕ №28 від 31. 07. 96 р. У п. 1.9 зазначеного документу міститься вже відоме формулювання: «Постачальники електричної енергії за регульованим тарифом на закріпленій території не мають права відмовити споживачу або субспоживачу, електроустановки якого розташовані на цій території, в укладенні договору, за умови дотримання вимог законодавства України, зокрема цих Правил та інших нормативно-технічних документів». Оскільки законодавством України не передбачена вимога дотримання споживачем граничних норм емісії збурень від усього обладнання в цілому, то НКРЕ самостійно, без посилання на відповідний законодавчий акт не може встановити таку вимогу. Проте, в п. 7 цих «Правил» серед умов відключення споживача від електропостачання є умови відключення: «у разі... зниження показників якості електричної енергії з вини споживача до величин, які порушують нормальне функціонування електроустановок електропередавальної організації та інших споживачів». В результаті даний пункт є спірним з двох причин. По-перше, він не спирається на діючу норму будь-якого закону України або Технічного регламенту, затвердженого Кабінетом міністрів. По-друге, цей пункт не враховує той факт, що внесення в електричну мережу збурень у вигляді гармонік, несиметрії і флуктуації напруги, що в тій чи іншій мірі погіршує показники якості напруги, є наслідком підключення будь-якого сучасного електронного обладнання.

Тому для споживачів має бути встановлено кількісні критерії допустимих рівнів збурень. Тільки у випадку, коли обладнання споживача створює збурення, що перевищують встановлені норми, споживач може бути названим відповідальним за погіршення якості напруги і відключеним від енергоспоживання.

В сучасних умовах можлива така ситуація, коли кілька потужних споживачів з однаковим рівнем емісії збурень по черзі подають заявку на підключення до мережі. Після підключення чергового споживача якість напруги в мережі знижується до неприйняттого рівня. Згідно зі згаданим пунктом «Правил», відповідальність за це погіршення покладається на останнього за часом підключення споживача, який наодинці повинен брати на себе витрати по забезпеченню необхідних показників якості напруги. Для усунення такої ситуації в країнах Європи, зазвичай, діє правило рівних квот на емісію збурень від потужних споживачів, що становить не більше $\frac{1}{4}$ від загального рівня завад для конкретної електричної мережі.

Єдиним на сьогодні робочим правовим механізмом в Україні, який обмежує рівень емісії збурень від апаратури в електричну мережу, є застосування Технічного регламенту з електромагнітної сумісності обладнання, остання редакція якого прийнята постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1077. Даний документ, який розроблено з урахуванням останньої редакції європейської ЕМС Директиви 2014/30/ЄС, встановлює вимоги до обладнання з метою забезпечення належного рівня електромагнітної сумісності, а саме: «обладнання може бути надано на ринку та/або введено в експлуатацію тільки в разі, коли воно відповідає вимогам цього Технічного регламенту за умови належного встановлення, обслуговування та використання за призначенням». Зазначений регламент також встановлює так звану презумпцію відповідності, тобто дозволяє застосовувати національні стандарти, що є ідентичними гармонізованим європейським стандартам, для доказу відповідності суттєвим вимогам даного Технічного регламенту з ЕМС.

Перелік вказаних стандартів затверджено наказом Міністерства економічного розвитку і торгівлі України від 17 грудня 2012 року № 1430. Органами ринкового нагляду України повинні перевірятися всі пристрої, що призначено для підключення до електричних мереж низької напруги, на наявність декларації відповідності вимогам з ЕМС. Правовим актом, що забезпечує обов'язкове дотримання вимог Технічного регламенту з ЕМС є Закон України «Про державний ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції» від 02.12.2010 р. № 2736-VI.

Застосування вимог Технічного регламенту України по ЕМС є необхідною, але не достатньою мірою для обмеження емісії збурень в електричних мережах, оскільки, по-перше, дія норм стандартів зі згаданого переліку поширюються не на сумарне значення емісії збурень від всього одночасно працюючого обладнання споживача, а тільки на кожну одиницю окремо. По-друге, презумпція відповідності не охоплює великі категорії апаратури, що суттєво впливають на забезпечення ЕМС, а саме низьковольтну апаратуру з споживаним струмом більше 75 А на фазу і апаратуру, призначену для підключення до мереж середньої і високої напруги, для яких відсутні міжнародні гармонізовані стандарти.

Слід зазначити, що остання редакція зазначеного документу містить наступне неоднозначне формулювання: «надання на ринку та/або введення в експлуатацію на території України обладнання, що відповідає вимогам цього Технічного регламенту, не може бути заборонено або обмежено з причин, пов'язаних з електромагнітною сумісністю». Це положення можна сприйняти таким чином, що електропостачальна організація не може заборонити підключення споживача з великою кількістю обладнання, що в сумі створює неприпустимі завади, якщо кожна одиниця окремо має декларацію про відповідність вимогам з ЕМС. Таке тлумачення положення не відповідає основним принципам забезпечення ЕМС і не є дослівним перекладом відповідного положення тексту Директиви 2014/30/ЄС. Якщо порівняти зазначене формулювання з положенням п. 6 Технічного регламенту з ЕМС Великобританії від 2016 року, який розроблений на базі тій ж самої Директиви, то можна побачити відмінність. Документ Великобританії говорить тільки про те, що ніякі положення вказаного регламенту не перешкоджають розміщенню на ринку країни та введенню в дію обладнання, що відповідає суттєвим вимогам, які наведено в частині 2: «nothing in these Regulations prevents the making available on the market, or the putting into service in the United Kingdom, of equipment which is in conformity with Part 2 when the equipment is properly installed, maintained and used for its intended purpose». В той же час у Великобританії інший Технічний регламент з безпеки, якості та безперервності електропостачання №2665 від 2002 року допускає відмову в підключенні або навіть відключення споживача саме з причин недотримання вимог з ЕМС, що створює правову основу для взаємовідношень між споживачами і електропостачальною організацією в частині забезпечення дотримання вимог з емісії завад.

Висновки. На даний час в нормативних документах України знайшла відображення лише мала частина міжнародних принципів забезпечення ЕМС, яка стосується тільки низьковольтного обладнання малої потужності і базується на застосуванні гармонізованих стандартів зі списку до Технічного регламенту з ЕМС. Тому нормативна база України в галузі енергетики потребує подальшого вдосконалення. Для більш повної практичної реалізації відповідних міжнародних вимог має бути встановлено законом або Технічним регламентом право електропостачальної організації на відмову в підключенні споживача у випадку недотримання їм вимог з ЕМС. Крім того в документах, що встановлюють правила приєднання споживачів до електричних мереж, треба передбачити триступеневу систему оцінки забезпечення ЕМС. Для цього необхідно визначити норми з емісії завад кожного споживача, що приєднується до мереж низької та середньої напруги з урахуванням потужності його обладнання і потужності короткого замикання мережі.

Надійшла 11.05.2017