

УДК 621.396.967

А.А. Курило<sup>1</sup>, Г.Г. Камалтинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

<sup>2</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ІЗ ВИПРОБУВАНЬ НАЗЕМНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ НА ПЕРЕШКОДОЗАХИЩЕНІСТЬ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНУ СУМІСНІСТЬ

Стаття присвячена аналізу та можливим шляхам корегування нормативно-технічного забезпечення процесу випробувань наземних радіолокаційних засобів на перешкодозахищеність та електромагнітну сумісність. Розглянуті національні, колишнього СРСР, Російської Федерації, міжнародні документи з вимог до радіоелектронних засобів щодо перешкодозахищеності та електромагнітної сумісності. Приведені результати порівняльного аналізу документів, що використовуються у Збройних Силах України з міжнародними документами, їх відповідність сучасним вимогам.

**Ключові слова:** наземні радіолокаційні засоби, випробування, електромагнітна сумісність, перешкодозахищеність.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Електромагнітна сумісність (ЕМС) передбачає вирішення двох питань: здатність технічного засобу функціонувати із заданою якістю в заданій електромагнітній обстановці та не створювати неприпустимих електромагнітних перешкод іншим технічним засобам. Проблема електромагнітних радіоперешкод з'явилася разом з появою електронних засобів. З часом кількість електронних засобів неухильно росте і до них пред'являються все більш жорсткі вимоги по електромагнітній сумісності. Саме тому ведеться розробка нових методів і засобів боротьби з радіоперешкодами.

На даний час в Україні склалася складна ситуація в сфері нормативно-технічного забезпечення ЕМС радіоелектронних засобів військового призначення, та, зокрема – наземних радіолокаційних засобів (НРЛЗ). Як свідчать результати Державних випробувань та опит експлуатації нових радіолокаційних засобів, існуюча нормативно-технічна база не в змозі задовольнити сучасним вимогам в галузі завдання вимог та проведенні випробувань з перешкодозахищеності та ЕМС НРЛЗ.

**Аналіз публікацій.** Загострення проблеми забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) в індустріально розвинених країнах привело до необхідності її рішення через державне регулювання. У Європейському Союзі були прийняті ряд директив, що встановлюють обов'язковість виконання вимог ЕМС [1, 2]. В результаті виконання цих директив в ЄС за 10 років були прийняті нормативні документи в області ЕМС (EN і ETS), розвинена сучасна випробувальна база, введена і здійснюється сертифікація технічних засобів (ТС) різного призначення на відповідність вимогам ЕМС. Якщо технічна продукція не задовольняє вимогам ЕМС, то вона заборонена до продажу на ринках західних країн. З 1996 року в

Європі не допускається продаж технічних засобів без сертифікату відповідності стандартам по електромагнітній сумісності. У США діє аналогічне законодавство, розроблене Федеральною комісією зв'язку. Останніми роками в Росії також введені в дію нові стандарти і методи випробувань (понад 50 стандартів), гармонізовані з міжнародними і європейськими стандартами, що регламентують об'єм сучасних вимог до технічних засобів по забезпеченню електромагнітної сумісності [3].

Ряд нових національних стандартів стосовно ЕМС введені і в Україні [4]. Прийнятий "Технічний регламент з електромагнітної сумісності". В країнах НАТО також є ряд сучасних документів з ЕМС апаратури військового призначення.

**Метою статті** є проведення аналізу нормативної бази для видачі рекомендацій щодо покращення стану нормативно-методичного забезпечення випробувань НРЛЗ на ЕМС та перешкодозахищеність.

### Основна частина

Плідна праця державних інститутів, міжнародних організацій, враховуючи складну електромагнітну обстановку (яка, до речі, кожен рік ускладнюється), призвела до висунення низки обґрунтованих вимог із забезпечення перешкодозахищеності та ЕМС радіоелектронних засобів. Еталонними документами в сфері ЕМС та перешкодозахищеності – є міжнародні стандарти CISPR (Міжнародного спеціального комітету по радіоперешкодам), IEC (Міжнародної електротехнічної комісії).

Положення узгоджених стандартів служать як критерії при оцінці випромінювань і характеристик електромагнітної стійкості для всього електронного устаткування, окрім спеціально обумовлених умов. Базові стандарти групи IEC 61000 та CISPR (10...25) регламентують допустимі рівні випромінювань та

освітлюють питання стійкості до дії випромінювань широкого кола обладнання, методи і вимоги до апаратури для випробувань на ЕМС.

Базовим стандартами НАТО з проблем вимог та випробувань з ЕМС є АЕСТР-500, та АЕСТР-250 [4].

Стандарти, прийняті у Росії у останні роки з проблем ЕМС, повністю відповідають або гармонізовані зі стандартами ІЕС та CISPR. Необхідно відзначити, що за кордоном роботи в області стандартизації питань ЕМС проводяться із значним випередженням в порівнянні з вітчизняними роботами. Простий переклад зарубіжних стандартів приносить мало користі по двох причинах: посилює відставання нашої країни від зарубіжних країн в питанні впровадження все зростаючих вимог по ЕМС і не сприяє своєчасній розробці або хоч би придбанню за кордоном устаткування для випробувань.

Зі всього різноманіття чинників або параметрів, що впливають на ЕМС можна виділити основні і найбільш значущі:

*а) стійкість до перешкод:*

переривання, провали і викиди напруги - ГОСТ Р 51317.4.11-99 (ІЕС 61000-4-11-2004);

гармоніки живлячої напруги - ГОСТ Р 50746-2000, ГОСТ Р 50009-2000, ГОСТ Р 51317.4.13-2006 (ІЕС 61000.4.13-2002);

коливання напруги мережі електроживлення – ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (ІЕС 61000-4-14-99);

зміна частоти живлячої напруги – ГОСТ Р 51317.4.28-99 (ІЕС 61000-4-28-98);

електростатичний розряд – ГОСТ Р 51317.4.2-99 (ІЕС 61000-4-2-95);

імпульсні наносекундні перешкоди – ГОСТ Р 51317.4.4-99 (ІЕС 61000-4-4-2004);

мікросекундні імпульсні перешкоди – ГОСТ Р 51317.4.5-99 (ІЕС 61000-4-5-95);

магнітне поле промислової частоти – ГОСТ Р 50648-94 (ІЕС 61000-4-8-93);

імпульсне магнітне поле - ГОСТ Р 50649-94 (ІЕС 61000-4-9-93);

затухаюче магнітне поле - ГОСТ Р 50652-94 (ІЕС 61000-4-10-93);

коливальні затухаючі перешкоди – ГОСТ Р 51317.4.12-99 (ІЕС 61000-4-12-97);

кондуктивні радіочастотні перешкоди – ГОСТ Р 51317.4.6-99 (ІЕС 61000-4-6-96);

стійкість до радіочастотного електромагнітного поля – ГОСТ Р 51317.4.3-2006 (ІЕС 61000-4-3-2006);

*б) забезпечення заданого рівня перешкодоемісії:*

напруженість поля індустриальних радіоперешкод, індустриальних радіоперешкод – ГОСТ Р 51318.1-2006 (CISPR 14.1-2005), ГОСТ Р 51318.11-2006 (CISPR 11-2004), ГОСТ Р 51318.22-2006 (CISPR 22-2006), ГОСТ Р 51320-99;

емісія гармонійних складових споживаного струму – ГОСТ Р 51317.3.2-2006 (ІЕС 61000-3-2-2005);

коливання напруги, що викликаються в мережі, з боку технічного засобу - ГОСТ Р 51317.3.3-2008 (ІЕС 61000-3-3:2005);

*в) забезпечення ЕМС об'єктів інформаційних технологій:*

стійкість обладнання інформаційних технологій до електромагнітних перешкод, вимоги та методи випробувань – ГОСТ 51318.24-99 (CISPR 24-97);

рівень електромагнітних радіоперешкод (електромагнітна обстановка) (ГОСТ Р 51317.2.2-2000; ГОСТ Р 51317.2.5-2000).

З проведеного огляду нормативних документів легко побачити, що Російська Федерація та такі міжнародні організації, як НАТО, ІЕС, стурбовані складною електромагнітною обстановкою ввели обов'язкові до виконання розширені вимоги з ЕМС.

Найбільш значущі стандарти в Україні, які повністю відповідають міжнародним є [5-7] ДСТУ ІЕС 61000-4-3:2007, ДСТУ CISPR 16-1:2005, ДСТУ CISPR 16-2:2005, ДСТУ CISPR 22:2007.

Це лише невеликий перелік нормативних документів, на які слід звернути увагу при дослідженні питання ЕМС сучасних технічних засобів.

Однак у військової сфері діють інші стандарти - групи ГОСТ В, які у частині завдань вимог до ЕМС радіоелектронних засобів військового призначення та методів їх випробувань є застарілими та не відповідають сучасним вимогам.

Стандарти СРСР, які на даний час використовуються в Україні, в контексті завдання вимог та випробувань НРЛЗ на ЕМС та перешкодозахищеність передбачають:

а) обмеження рівня перешкод, які можуть створюватися за рахунок випромінювання по побічних та паразитних каналах випромінювання передавача та обмеження смуги випромінювання;

б) обмеження індустриальних перешкод, які можуть створюватися іншими технічними засобами РЛС у вільному просторі та на колах живлення (перетворювачі напруги, комутаційна апаратура та інше), у залежності від групи виконання засобу – з автономним живленням, з живленням від загальної мережі, за місцем розташування;

в) забезпечення проникнення перешкод у приймальний тракт самої РЛС від інших засобів шляхом завдання частотної вибіркості приймального тракту.

У деяких випадках задавався рівень впливу індустриальних перешкод на роботу радіолокаційних станцій, як правило – вище на 20 дБ рівня припустимих для неї перешкод, який вона може створювати.

Одним з основних критеріїв, який використовується при оцінці ЕМС, є встановлене значення так званого захисного відношення, тобто припустимий рівень сигнал/перешкода на вході НРЛЗ для різного типу перешкод. Сучасна електромагнітна обстановка характеризується значними видами випроміню-

вань штучного походження. В існуючих нормативних документах є лише вузький перелік захисних відношень, джерел та видів перешкод. Це не дозволяє оцінити перешкодостійкість не тільки на етапі випробувань, а ще і на етапі проектування.

Застаріли підходи не передбачають завдання вимог, прийнятих у сучасних міжнародних документах, стосовно стійкості до поширеного впливу перешкод різного походження, які створюються у вільному просторі іншими технічними засобами. При цьому не визначаються вимоги щодо забезпечення стійкості роботи апаратури НРЛЗ при впливі електромагнітних імпульсів великої потужності, та імпульсів малої тривалості. Відсутність таких вимог і необхідності їх перевірки приводять до проблем з ЕМС при сумісній експлуатації засобів радіолокації нового та старого парку на одній позиції.

В першу чергу це обумовлено тим, що НРЛЗ нового парку з цифровою обробкою сигналів є сучасними РЛС – продуктом і об'єктом інформаційних технологій, тому і підходи до забезпечення перешкодозахищеності та ЕМС повинні бути такими, які відповідають міжнародним вимогам стосовно засобів інформаційних технологій.

Проблема поглиблюється відсутністю досвіду із забезпечення ЕМС на підприємствах-виробниках при використанні комп'ютерних технологій та із забезпечення експлуатації сучасних НРЛЗ у військах.

Рішення задачі по забезпеченню ЕМС можна умовно розділити на три аспекти (напрями):

проведення загальних науково-дослідних робіт (НДР) з проблеми ЕМС;

відкриття дослідно-конструкторських робіт (ДКР) по забезпеченню необхідних характеристик для конкретних видів технічних засобів;

забезпечення якісних випробувань та контроль характеристик нових зразків у відповідності до сучасних вимог.

Для проведення НДР і ДКР необхідні значні кошти і сучасна випробувальна база, а також фахівці, що володіють знаннями і досвідом роботи за рішенням питань ЕМС. На жаль, ці роботи в нашій країні знаходяться не на належному рівні. На сьогодні навіть засобів вимірювань вітчизняного виробництва для випробувань немає, а зарубіжні коштують дуже дорого. Через це більшість підприємств не володіють робочими місцями для випробувань своєї продукції по параметрах ЕМС, без чого неможливо проводити розробки на рівні світових вимог і випускати конкурентоздатну продукцію. Якщо врахувати, що у підприємств мало досвіду по питаннях забезпечення ЕМС, особливо в питаннях перешкодостійкості, то, очевидно, що державний стандарт часто для них — єдине джерело інформації по цих питаннях. Тому дуже важливо, щоб цей документ був однозначним, достатньо інформативним і метрологіч-

не забезпеченим. Ще один аспект – розумне узгодження національних документів з міжнародною НТД. Замість відкриття НДР можна використатися світовим досвідом з урахування умов України.

Що стосується контролю, то раніше він проводився ОТК під контролем військових представництв на самому підприємстві. Сьогодні ситуація значно змінилася. Тепер контроль в рамках випробування повинна проводити третя сторона, не залежна ні від виробника, ні від споживача. Механізм регулювання став іншим, в його основі лежать три основні частини: законодавча база; нормативна документація, що містить вимоги; випробування по цих вимогах.

Поза сумнівом, немає сенсу встановлювати вимоги без строгого контролю за їх виконанням. Тому випробування — важлива складова в механізмі регулювання з питання забезпечення ЕМС. Ця складова повинна мати якісне нормативне забезпечення. Однак на цей час воно базується також на застарілих документах колишнього СРСР.

Основою випробувань в області ЕМС є, крім законодавчих актів і НТД, наявність сучасної випробувальної бази. Без вимірювальної апаратури і випробувального устаткування не можна перекопати в стійкості технічних засобів до радіоперешкод. На жаль, оснащення наших випробувальних установ залишає бажати кращого — устаткування застаріле, а сучасного зовсім немає, немає спеціальних приміщень та відповідних методик випробувань. Деякі види випробувань взагалі не забезпечені ні устаткуванням, ні умовами. Вартість випробувань така, що без допомоги держави підприємствам-виробникам не обійтися. Тому удосконалення нормативної бази повинне проводитися разом з розвитком матеріальної бази для випробувань.

## **Висновки**

1. Як свідчить порівняльний аналіз вимог стандартів, які використовуються у Збройних Силах України з міжнародними в галузі ЕМС та перешкодозахищеності, на даний час міжнародні стандарти висувають максимально широкий діапазон вимог до технічних засобів з точки зору забезпечення ЕМС і, в свою чергу, вимоги стандартів, що використовуються в українському війську морально застаріли та потребують переопрацювання та висунення вимог, що відповідають сучасним викликам.

2. Для розв'язання проблеми нормативно-технічного характеру із удосконалення стандартів в галузі забезпечення ЕМС, які діють в Україні, пропонується до введення в дію національних та військових стандартів із перешкодозахищеності та ЕМС радіоелектронної апаратури військового призначення включати вимоги ДСТУ ІЕС, ДСТУ CISPR з ЕМС та перешкодозахищеності до ТТЗ на розробку НРЛЗ.

**Список літератури**

1. Директива Європейського парламенту та Ради Європи 89/336/ЄС від 03.05.1989 р. "Про узгодження законодавчих актів держав-членів відносно електромагнітної сумісності".

2. Директива Європейського Парламенту та Ради Європи 2004/108/ЄС від 15.12.2004 р. "Про зближення законодавства держав-членів відносно електромагнітної сумісності"

3. Трайнев В.А. Проблемы информационного обеспечения электромагнитной совместимости / В.А. Трайнев, Л.О. Мырова // Сборник докладов девятой Российской научно-технической конференции по электромагнитной совместимости ЭМС – СПб.: СПбУ, 2006 – С. 34-39.

4. Інформаційний бюлетень № 11 / К.: Центр. управл. метрології і стандартизації ЗС України. – 2010. – 193 с.

5. ДСТУ CISPR 16-1:2005 Технічні вимоги до апаратури та методів вимірювання радіоперешок і несприйнятливості. Частина 1. Апаратура для вимірювання радіоперешок і несприйнятливості.

6. ДСТУ CISPR 16-2:2005 Технічні вимоги до апаратури та методів вимірювання радіоперешок і несприйнятливості. Частина 2. Методи вимірювання радіоперешок і несприйнятливості.

7. ДСТУ CISPR 22:2007 Обладнання інформаційних технологій. Характеристики радіоперешок. Норми та методи вимірювання.

Надійшла до редколегії 5.09.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук с.н.с. В.О. Василець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО ИСПЫТАНИЯМ НАЗЕМНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ НА ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ**

А.А. Курило, Г.Г. Камалтынов

Статья посвящена анализу и возможным путям корректирования нормативно-технического обеспечения процесса испытаний наземных радиолокационных средств на помехозащищенность и электромагнитную совместимость. Рассмотрены национальные, бывшего СССР, Российской Федерации, международные документы, выдвигающие требования к радиоэлектронным средствам по помехозащищенности и электромагнитной совместимости. Приведены результаты сравнительного анализа документов, используемых в Вооруженных Силах Украины с международными документами, их соответствие современным требованиям.

**Ключевые слова:** наземные радиолокационные средства, испытания, помехозащищенность, электромагнитная совместимость.

**ANALYSIS OF EXISTENT NORMATIVELY-TECHNICAL BASE ON THE TESTS OF SURFACE RADIO-LOCATION FACILITIES ON DISTURBANCE PROTECTION AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY**

A.A. Kurilo, G.G. Kamaltinov

The article is devoted an analysis and possible ways of adjustment of the normatively-technical providing of process of tests of surface radio-location facilities on disturbance protection and electromagnetic compatibility. The national are considered, the former USSR, Russian Federation, international documents, pulling out requirements to radio electronic facilities on disturbance protection and electromagnetic compatibility. The results of comparative analysis of documents, in-use in Armed Forces of Ukraine with international documents, their conforming to the modern requirements, are resulted.

**Keywords:** surface radio-location facilities, tests, disturbance protection, electromagnetic compatibility.