

К вопросу выбора норм по КЭМБ для ВПС Армении. Часть 2¹.

БАГДАСАРЯН Г.С., академик Инженерной академии РА, к.т.н

Аннотация. В данной части публикации вкратце представлены основания, во всё большей мере определяющие недопустимость применения на высоковольтных подстанциях (ВПС) Армении оцифровывающих средств и систем, не отвечающих требованиям времени, в частности, к их электромагнитной безопасности и совместимости (ЭМБ/ЭМС).

Проблема обеспечения электромагнитной безопасности (ЭМБ) уходит корнями в давнее уже время, по нашим данным:

а) минимум в середине 70-х годов XX века она начала по нарастающей актуализироваться;

б) в 80-е годы того же прошлого столетия (во всяком случае, если судить по Руководству [1] международной электротехнической комиссией (МЭК/IEC—*International Electrotechnical Commission*), данная проблема вызвала настоятельную необходимость в «требуемых» нормативно-технических документах (НТД) по электромагнитной совместимости (ЭМС/EMC — *Electromagnetic compatibility*) для применяемых цифровых средств и систем.

На данный момент число публикаций на эту тематику стало столь велико, что подтверждает уже и теперь достаточно высокую общемировую практическую её значимость.

В этом объёме различных публикаций немалую долю составляют международные, национальные и иные НТД по ЭМС, предназначенные для различных видов цифровой техники. В ней, в свою очередь, наличествуют как самые передовые, так и не отвечающие во многом велениям времени с позиций ЭМБ.

Не составляют исключения с этих позиций также НТД по ЭМС, предназначенные для особо (критически) важных энергетических объектов. В том числе для таких, как высоковольтные подстанции (ВПС) электроэнергетической системы (ЭЭС) Армении.

Ниже в этом контексте сопоставляются передовые НТД по ЭМС с рекомендуемыми на данный момент для стран СНГ. При этом в нашей оценке передовые — те действующие НТД, которые приняты на текущий момент на международном уровне. И наоборот, в разной мере не соответствующие времени — те, что с того

или иного момента отменены соответствующими решениями на этом уровне.

(А) Передовые подходы к обеспечению ЭМБ энергообъектов

В определении требуемого для безопасности цифровых средств и систем издавна уже главенствует в мире международная электротехническая комиссия — МЭК. В том числе по обширной проблематике обеспечения их ЭМБ/ЭМС. Что, в свою очередь, выражается в наличии уже более девяноста [2] одних только действующих стандартов (*Standards*), технических спецификаций (*Technical Specification — TS*) и технических отчётов (*Technical Report — TR*) серии IEC 61000-X-X (*Electromagnetic compatibility*), разработанных МЭК/IEC по шести направлениям из табл. 1.

В табл. 1 центральное место занимают стандарты и иные разновидности НТД, предназначенные для обеспечения помехоустойчивости цифровой электротехники в средах, охватываемых стандартами IEC 61000-6-1 (жилые и коммерческие помещения, объекты лёгкой промышленности), IEC 61000-6-2 (промышленная среда), IEC 61000-6-5 (электростанции и подстанции). Из них, в свою очередь, около четверти (табл. 2) составляют предусмотренные для защиты от разного рода возможных электромагнитных угроз искусственного происхождения:

— высотного электромагнитного импульса (*High-altitude electromagnetic pulse — HEMP*), образующегося как одно из проявлений высотного ядерного удара;

— излучаемых и/или наводимых электромагнитных форм сигналов высокой мощности (*High power energy magnetic (HPEM) waveforms*), которые при всё более возрастающей вероятности вызова-появления в неподдающиеся, по сути, прогнозу-предугадыванию моменты времени способны разрушительно

¹ Статья «К вопросу выбора норм по КЭМБ для ВПС Армении. Часть 1» опубликована в журнале «Вести в электроэнергетике», № 6, 2024 г.

(см. IEC 61000-1-5) сказаться на критических инфра-структурах и гражданских объектах;

— преднамеренных электромагнитных воздействий (*Intentional electromagnetic interference — IEMI*), которые могут производиться как с близких рассто-

яний, так и удалённо, посредством применения уже имеющихся различных видов так называемого «электромагнитного оружия» [3].

Другой важной особенностью приведённого в табл. 1 является присутствие нескольких детализи-

Таблица 1

Действующие НТД серии IEC 61000-X-X [3]
1. Семейства «General/Общие положения» (9): IEC TR 61000-1-1:2023, IEC 61000-1-2:2016, IEC TR 61000-1-3:2002, IEC TR 61000-1-4:2022, IEC TR 61000-1-5:2004, IEC TR 61000-1-6:2012, IEC TR 61000-1-7:2016, IEC TR 61000-1-8:2019, IEC TR 61000-1-9:2024
2. Семейства «Environment/Электромагнитная обстановка» (15): IEC TR 61000-2-1:1990, IEC 61000-2-2:2002 + AMD1:2017 + AMD2:2018, IEC TR 61000-2-3:1992, IEC 61000-2-4:2024, IEC TR 61000-2-5:2017, IEC TR 61000-2-6:1995, IEC TR 61000-2-7:1998, IEC TR 61000-2-8:2002, IEC 61000-2-9:1996, IEC 61000-2-10:2021, IEC 61000-2-11:1999, IEC 61000-2-12:2003, IEC 61000-2-13:2005, IEC TR 61000-2-14:2006, IEC TR 61000-2-15:2023
3. Семейства «Limits/Нормы» (14): IEC 61000-3-2:2018 + AMD1:2020 + AMD2:2024, IEC 61000-3-3:2013 + AMD1:2017 + AMD2:2021, IEC TS 61000-3-4:1998, IEC TS 61000-3-5:2009, IEC TR 61000-3-6:2008, IEC TR 61000-3-7:2008, IEC 61000-3-8:1997, IEC 61000-3-11:2017, IEC 61000-3-12:2011 + AMD1:2021, IEC TR 61000-3-13:2008, IEC TR 61000-3-14:2011, IEC TR 61000-3-15:2011, IEC TR 61000-3-16:2023, IEC TR 61000-3-18:2024
4. Семейства «Testing and measurement techniques/Методы испытаний и измерений» (36): IEC TR 61000-4-1:2016, IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2020, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2014 + AMD1:2017, IEC 61000-4-6:2023, IEC 61000-4-7:2002 + AMD1:2008, IEC 61000-4-8:2008, IEC 61000-4-9:2016, IEC 61000-4-10:2016, IEC 61000-4-11:2020, IEC 61000-4-12:2017, IEC 61000-4-13:2002 + AMD1:2009 + AMD2:2015, IEC TR 61000-4-16:2015, IEC TR 61000-4-17:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2008, IEC 61000-4-18:2019, IEC 61000-4-19:2014, IEC 61000-4-20:2022, IEC 61000-4-21:2011, IEC 61000-4-22:2010, IEC 61000-4-23:2016, IEC 61000-4-24:2015 + AMD1:2023, IEC 61000-4-25:2011 + AMD1:2012 + AMD2:2019, IEC 61000-4-27:2010 + AMD1:2009, IEC 61000-4-28:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2009, IEC 61000-4-29:2000, IEC 61000-4-30:2015 + AMD1:2021, IEC TR 61000-4-31:2016, IEC TR 61000-4-32:2002, IEC 61000-4-33:2005, IEC 61000-4-34:2005 + AMD1:2009, IEC TR 61000-4-35:2005, IEC 61000-4-36:2020, IEC TR 61000-4-37:2016, IEC TR 61000-4-38:2008, IEC 61000-4-39:2017, IEC TR 61000-4-40:2020
5. Семейства «Installation and mitigation guidelines/Руководства по установке и помехоподавлению» (10): IEC TR 61000-5-1:2023, IEC TR 61000-5-2:1997, IEC TR 61000-5-3:1999, IEC TS 61000-5-4:1998, IEC 61000-5-5:1996, IEC 61000-5-6:2024, IEC 61000-5-7:2001, IEC 61000-5-8:2009, IEC 61000-5-9:2009, IEC 61000-5-10:2017
6. Семейства «Generic standards /Общие стандарты» (8): IEC 61000-6-1:2016, IEC 61000-6-2:2016, IEC 61000-6-3:2020, IEC 61000-6-4:2018, IEC 61000-6-5:2015, IEC 61000-6-6:2003, IEC 61000-6-7:2014, IEC 61000-6-8:2020

*Под AMD понимаются поправки/изменения (Amendment), внесённые в рассматриваемые НТД.

Таблица 2

Из НТД серии IEC 61000-X-X, относящихся к защите от искусственных ЭМ воздействий
IEC TR 61000-1-3 (<i>The effects of high-altitude EMP (HEMP) on civil equipment and systems</i>), IEC TR 61000-1-5 (<i>High power electromagnetic (HPEM) effects on civil systems</i>), IEC 61000-2-9 (<i>Description of HEMP environment — Radiated disturbance. Basic EMC publication</i>), IEC 61000-2-10 (<i>Description of HEMP environment — Conducted disturbance</i>), IEC 61000-2-11 (<i>Classification of HEMP environments</i>), IEC 61000-2-13 (<i>High power electromagnetic (HPEM) environments — Radiated and conducted</i>), IEC 61000-4-23 (<i>Test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances</i>), IEC 61000-4-24 (<i>Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance — Basic EMC Publication</i>), IEC 61000-4-25 (<i>HEMP immunity test methods for equipment and systems</i>), IEC 61000-4-32 (<i>High-altitude electromagnetic pulse (HEMP) simulator compendium</i>), IEC 61000-4-33 (<i>Measurement methods for high-power transient parameters</i>), IEC 61000-4-35 (<i>HPEM simulator compendium</i>), IEC 61000-4-36 (<i>IEMI immunity test methods for equipment and systems</i>), IEC/TR 61000-5-3 (<i>HEMP protection concepts</i>), IEC/TS 61000-5-4 (<i>Immunity to HEMP — Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC Publication</i>), IEC 61000-5-5 (<i>Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication</i>), IEC 61000-5-6 (<i>Mitigation of external EM influences</i>), IEC 61000-5-7 (<i>Degrees of protection provided by enclosures against electromagnetic disturbances (EM code)</i>), IEC 61000-5-8 (<i>HEMP protection methods for the distributed infrastructure</i>), IEC 61000-5-9 (<i>System-level susceptibility assessments for HEMP and HPEM</i>), IEC TS 61000-5-10 (<i>Guidance on the protection of facilities against HEMP and IEMI</i>), IEC 61000-6-6 (<i>Generic standards — HEMP immunity for indoor equipment</i>)

рованных в табл. 3 стандартов IEC 61000-1-2:2016 [6] и IEC 61000-6-7:2014 [7], определяющих в совместности:

— непосредственную связь ЭМБ/ЭМС с функциональной безопасностью (*Safety*) технических средств и различных их комплексов (систем), содержащих те или иные виды цифровой (микропроцессорной/микроэлектронной) техники;

— необходимость по этой причине возможно полного учёта и надлежащего исполнения положений и требований, в частности, обоих этих стандартов, совместно представленных вкратце в соответствующих частях табл. 3 (с рекомендуемым при этом со стороны достаточно авторитетного в мире Института инженеров электротехники и электроники (IEEE) применением дополнительно ещё и мер защиты, которые в деталях описаны в его стандарте IEEE Std 1848–2020 [8]).

В различных контекстах вышеназванная необходимость обоснована к настоящему времени также и во множестве уже имеющихся исследовательских материалов. В том числе в достаточно давнем (от 2008 года) Отчёте [9] известной английской Institution of Engineering and Technology (IET), в котором:

— рекомендован и подробным образом изложен предполагающий регулярное повторение процесс из более чем 200 мероприятий (см. раздел 13 (*Checklists*) указанного Отчёта), в основу которого для защиты конкретно от рисков снижения функциональной безопасности (ФБ) под влиянием разного рода электромагнитных факторов-воздействий (*Electromagnetic interference — EMI*) заложено применение инструмента под названием «Electrotechnology for Functional Safety — EFS»;

Таблица 3

К содержанию IEC 61000-1-2:2016 [6]
<p>Данный стандарт, имевший предыдущей версией одноимённую техническую спецификацию IEC TS 61000-1-2:2008:</p> <p>а) предназначен для систем и установок, связанных с безопасностью, включающих те или иные виды электрического/электронного/программируемого электронного оборудования;</p> <p>б) учитывает влияние электромагнитной среды на такого рода системы и установки;</p> <p>с) может быть использован в качестве руководства для определения требований по электромагнитной совместности для других систем, непосредственно влияющих на безопасность;</p> <p>д) рассматривает в увязке с конкретными этапами проектирования и применения систем и оборудования различные аспекты, связанные с ЭМС, в частности: некоторые основные концепции в области функциональной безопасности; различные этапы, связанные с ЭМС, для достижения функциональной безопасности и управления ею; описание и оценка электромагнитной обстановки; аспекты электромагнитной совместности в процессе проектирования и интеграции, учитывающие процесс планирования электромагнитной безопасности как на уровне системы, так и на уровне оборудования; процессы валидации и проверки устойчивости к электромагнитным помехам; критерии эффективности и некоторые соображения по философии испытаний систем, связанных с безопасностью, и используемого в них оборудования; аспекты, связанные с проверкой устойчивости систем, связанных с безопасностью, и используемого в них оборудования к электромагнитным помехам;</p> <p>е) также может быть использован в качестве руководства для рассмотрения требований по электромагнитной совместности для других систем, непосредственно влияющих на безопасность.</p> <p>Нормативную базу стандарта составляют положения и требования следующих НТД (всего 55): IEC 60050–161, IEC TR 61000-1-6, IEC TR 61000-2-5, IEC 61000-4-X (все части*), IEC 61000-6-7, IEC 61508 (все части*)</p>
К содержанию IEC 61000-6-7:2014 [7]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) Относится к электрическому и электронному оборудованию систем, связанных с безопасностью, размещаемых (см. детали в разделе 3.1.15 этого НТД) в помещениях промышленной среды.</p> <p>2) Определяет требования к испытаниям на устойчивость такого оборудования к постоянным и переходным воздействиям, приводящим к наводимым и излучаемым электромагнитным помехам. Причём эти требования:</p> <ul style="list-style-type: none"> — относятся только к функциям, предназначенным для обеспечения функциональной безопасности на основе положений серийного стандарта IEC 61508 (<i>Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems</i>); — предполагают испытания каждого порта проверяемого устройства. <p>3) Разработан главным образом для поставщиков цифрового оборудования, используемого в системах, связанных с безопасностью. Однако должен использоваться также и проектировщиками, интеграторами, установщиками и экспертами по оценке рассматриваемого рода систем.</p> <p>4) Основан на положениях и требованиях следующих 23-х НТД: IEC/TS 61000-1-2:2008, IEC 61000-1-6:2012, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-16, IEC 61000-4-29, IEC 61000-4-34, IEC 61508 (все части*), IEC 61784–3, IEC Guide 107</p>

* Соответственно 40 (<https://webstore.iec.ch/en/publication/24660>) и 11 (<https://webstore.iec.ch/en/publication/22273>) частей по состоянию на текущий момент.

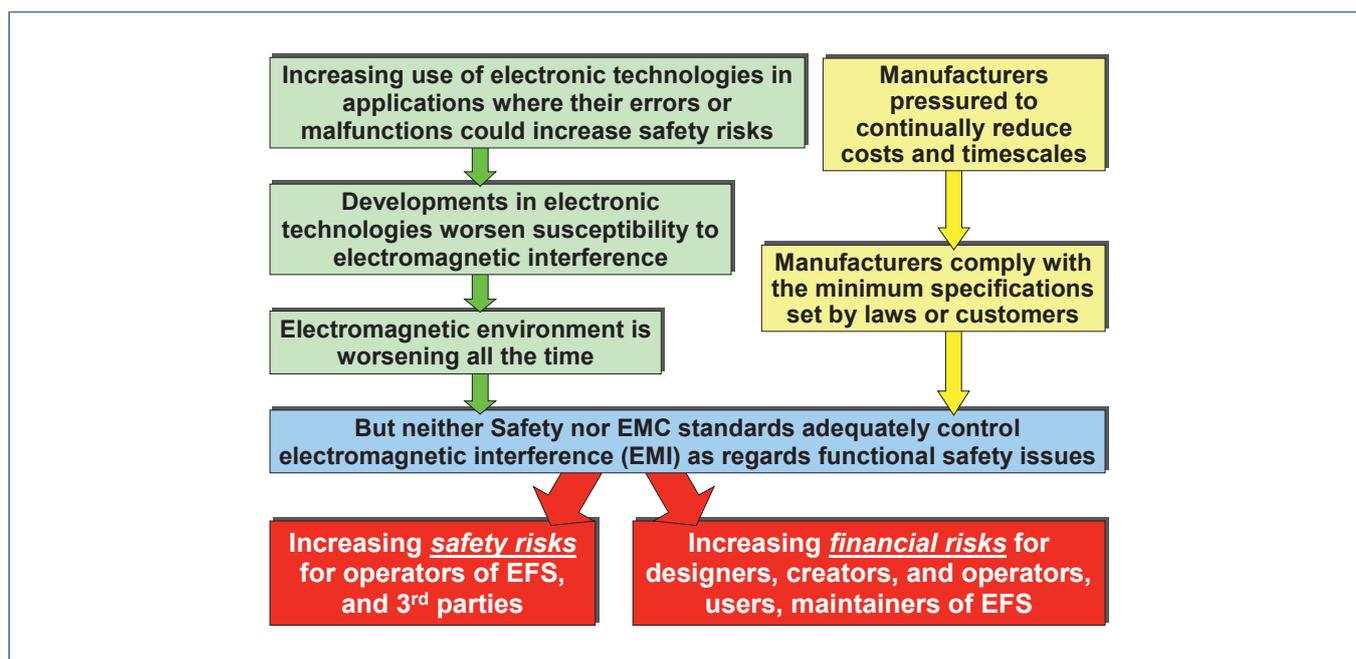


Рис. 1. Основные причины нарастания деструктивного влияния ЭМ-воздействий (EMI) на ФБ цифровых средств и систем и связанные с этим последствия [9]

— показано в деталях, что те или иные изъяны, в частности используемых нормативных баз по ЭМС/ЭМБ, таят для оцифровываемых энергосистем (в том числе по причинам из рис. 1) рост рисков для их функциональной безопасности, а следовательно, вероятности различных финансовых потерь при «срабатывании» этих рисков (причём в моменты времени совершенно, считаем, непредсказуемые в условиях даже нынешних регионально-мировых коллизий).

К приведённому во взаимосвязях на рис. 1 добавим, что оно более чем актуально и для ЭЭС Армении. В частности, в связи с тем, что во всё более усугубляющихся условиях, отражённых светло-голубым цветом в левой части этого рисунка:

1) У страны фактически отсутствуют (подобно выделенному тёмно-голубым в нижней части рис. 1) НТД по ЭМС, способные совместно должным образом оградить от труднопредсказуемых деструктивных влияний разного рода ЭМ воздействий-помех (EMI), в частности на ВПС.

2) Именно это стало в итоге одной из главных причин проникновения в том числе и на эти особо (критически) важные энергообъекты цифрового оборудования, в лучшем случае лишь минимально отвечающего требующемуся для функциональной их безопасности (и, следовательно, всей национальной ЭЭС).

О необходимости недопущения обоих этих фактов не раз уже говорилось нами прежде. Причём, в основном в упреждающем порядке: как, к примеру, в публи-

кациях [10] и [11] 2012 года. Однако ситуация опять столь неудовлетворительна, что намерены осветить её в последующем в форме отдельной публикации.

В качестве также весьма важного для современных условий упомянем здесь и вторую особенность приведённого в табл. 1. Это наличие стандартов IEC 61000-4-20:2022, IEC 61000-4-21:2011, IEC 61000-4-22:2010, IEC 61000-6-3:2020, IEC 61000-6-4:2018 и IEC 61000-6-9:2020, разработанных, согласно [12], нормотворческой организацией CISPR (*The Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques / International Special Committee on Radio Interference*), входящей структурно в IEC/МЭК.

К настоящему времени действуют в целом 38 различных НТД по ЭМС этой всемирно признанной специализированной организации (<https://en.wikipedia.org/wiki/CISPR>). Среди них, помимо вышеназванных шести, есть ещё и стандарты, важные для современной практики, такие как действующие CISPR 32:2015 + AMD1:2019 [13] и CISPR 35:2016 [14], вкратце представленные в табл. 4. Дополненные при этом (табл. 5) нормативными базами по ЭМС следующих двух стандартов, достаточно давно (табл. 4) уже отменённых:

— CISPR 24:2010 + AMD1:2015 (*Information technology equipment — Immunity characteristics — Limits and methods of measurement*),

— CISPR 22:2008 (*Information technology equipment — Radio disturbance characteristics — Limits and methods of measurement*).

Предметом рассмотрения в данной статье являются конкретно высоковольтные электроподстанции (ВПС) Армении. В связи с чем важно упомянуть здесь ещё и следующие три стандарта, вкратце представленные соответственно в таблицах 6–9:

— IEC 61000-6-5:2015 из табл. 1, напрямую (в том числе и по названию [15]) относящийся к решению проблемы ЭМС для указанных высокочастотных — критически важных объектов национальной ЭЭС;

— также действующие IEC 60255-26:2023 [16], IEC 61131-2:2017 [17] и IEC 61850-3:2013 [18], относя-

щиеся к видам цифровой техники, применяемой в том числе и на современных ПС.

В качестве объективно весьма важного фактора-обстоятельства, требующего полного учёта на практике, к приведённому в таблицах 6–9 надо, полагаем, добавить, что кратко представленные в них стандарты МЭК/IEC сами являются отсылочными для немалого числа других НТД. Как, скажем, IEC 61000-6-5:2015/COR.1:2017 для, к примеру, IEC 60947-1:2020, IEC 62003:2020, IEC 62271-1:2017, IEC TS 62271-5:2024, IEC 62586-1:2017, IEC 62933-5-1:2024 и IEC TR 63216:2019. Что со своей сто-

Таблица 4

К содержанию CISPR 32:2015 + AMD1:2019 [13]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) Ещё в редакции 2015 года отменил стандарт CISPR 22:2008, нормативная база которого в вопросе ЭМС названа в верхней части табл. 5.</p> <p>2) Имеет целями:</p> <ul style="list-style-type: none"> — установку требований, обеспечивающих надлежащий уровень защиты от электромагнитных помех радиочастотного спектра, позволяя службам радиосвязи работать должным образом в диапазоне частот от 9 кГц до 400 ГГц; — определение процедуры, обеспечивающей воспроизводимость измерений и повторяемость их результатов. <p>3) Основан на положениях и требованиях 11 следующих НТД: CISPR 16-1-1:2015, CISPR 16-1-2:2014 + AMD1:2017, CISPR 16-1-4:2010 + AMD1:2012 + AMD2:2017, CISPR 16-1-5:2014 + AMD1:2016, CISPR 16-1-6:2014 + AMD 1:2017, CISPR 16-2-1:2014 + AMD1:2017, CISPR 16-2-3:2016, CISPR 16-4-2:2011 + AMD1:2014 + AMD2:2018, IEC 61000-4-6:2013, ISO/IEC 17025:2005¹, IEEE Std 802.3²</p>
К содержанию CISPR 35:2016 [14]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) С августа 2016 года отменил и заменил в том числе стандарт CISPR 24:2010 + AMD1:2015, нормативная база которого в вопросе ЭМС названа в средней части табл. 5.</p> <p>2) Имеет целями: установку требований, обеспечивающих достаточный уровень внутренней помехоустойчивости средств мультимедиа (<i>Multimedia equipment — MME</i>) при их применении согласно назначению в среде частот диапазона 0 кГц ÷ 400 ГГц; определение процедур, обеспечивающих воспроизводимость испытаний и повторяемость их результатов.</p> <p>3) Основан на положениях и требованиях 11 следующих НТД: CISPR 16-1-2:2014, IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007 + AMD2:2010, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2014, IEC 61000-4-6:2013, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-20:2010, IEC 61000-4-21:2011, ISO 9241-3:1992, IEEE Std 802.3²</p>

¹ Предъявляет общие требования к компетентности тестирующих и калибровочных лабораторий. На данный момент действует в одноимённой версии ISO/IEC 17025:2017 (*General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*).

² Имел с момента появления (в 1985 г.) 10 различных версий-редакций. На данный момент действует как IEEE 802.3:2022 (*IEEE Standard for Ethernet*).

Таблица 5

Нормативная база отменённого* CISPR 24:2010 + AMD1:2015
<p>Всего 12 НТД, включая следующие, относящиеся к ЭМС:</p> <p>IEC 60050-161:1990, IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007 + AMD2:2010, IEC 61000-4-4:2004, IEC 61000-4-5:2005, IEC 61000-4-6:2008, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, CISPR 16-1-2:2003 + AMD1:2004 + AMD2:2006, CISPR 20:2006, CISPR 22:2008</p> <p style="text-align: right;"><i>Источник: https://webstore.iec.ch/en/publication/22154</i></p>
Нормативная база отменённого* CISPR 22:2008
<p>Всего 9 НТД, включая следующие, относящиеся к ЭМС:</p> <p>IEC 61000-4-6:2006, CISPR 11:2004, CISPR 13:2006, CISPR 16-1-1:2007, CISPR 16-1-2:2006, CISPR 16-1-4:2008, CISPR 16-2-3:2006, CISPR 16-4-2:2003.</p> <p style="text-align: right;"><i>Источник: https://webstore.iec.ch/en/publication/22243</i></p>

* См. в соответствующих частях табл. 4.

роны в ещё больше мере повышает практическую значимость (в нашем случае для ВПС Армении):

а) в каких конкретно версиях-редакциях будут использованы прежде всего сами эти четыре стандарта — в отменённых или всё же в действующих?

б) если в действующих, то какие версии совпадающих НТД из нормативных их баз будут избраны: отменённые или же действующие?

Конкретно данные два вопроса возникают по итогам сопоставления представленного в соответствующую

Таблица 6

К содержанию IEC 61000-6-5:2015
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) Имел предыдущей версией одноимённую техническую спецификацию IEC TS 61000-6-5:2001, нормативную базу которой составляли положения и требования НТД по ЭМС из опубликованного в 1995 г. документа UNIPEDE¹ «Automation and control apparatus for generating stations and substations — Electromagnetic Compatibility — Immunity Requirements», названные в целом во второй части данной таблицы.</p> <p>2) Определяет для электрического и электронного оборудования, предназначенного для использования на электростанциях и подстанциях, требования к защищённости от электромагнитных помех с частотами в диапазоне от 0 Гц до 400 ГГц.</p> <p>3) Основан на положениях и требованиях следующих НТД²: IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-17, IEC 61000-4-18, IEC 61000-4-29, IEC 61000-4-34, IEC 61000-6-1.</p> <p>4) Претерпел в декабре 2017 г. исправление (Corrigendum — COR), вследствие чего должен был применяться после этого в версии IEC 61000-6-5:2015/COR1:2017 [15]</p>
<p>Для сравнения — состав НТД нормативной базы IEC TS 61000-6-5:2001²: IEC 60050 (161), IEC 61000-4-1, IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-12, IEC 61000-4-16, IEC 61000-4-17, IEC 61000-4-29, IEC 61000-6-4, CISPR 24</p>
<p>Источник: https://webstore.iec.ch/en/publication/4252.</p>

¹ Созданная во Франции в 1925 г. организация под названием «International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy».

² Приведены в точности как в первоисточниках, а именно — без указания годов издания, что подразумевает применение этих НТД в версиях, в которых действовали на момент применения положений и требований рассматриваемых документов — соответственно IEC 61000-6-5:2015 и IEC TS 61000-6-5:2001.

Таблица 7

К содержанию IEC 60255-26:2023 [16]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) Имел предыдущей версией одноимённый заменённый стандарт IEC 60255-26:2013, пришедший с 24.05.2013 на смену IEC 60255-26:2008.</p> <p>2) Определяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> — требования к испытаниям на ЭМС измерительных реле и защитного оборудования, а также их комбинаций, применяемых для формирования схем защиты энергосистем, включая используемое в них оборудование управления, мониторинга, связи и технологического интерфейса; — пределы и методы испытаний для измерения ЭМ-излучений указанных видов оборудования, способных вызывать помехи для подключённой к ним иной электротехники. <p>3) Основан на положениях и требованиях 14 следующих НТД: IEC 60255-1:2022, IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2020, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2014 + AMD1:2017, IEC 61000-4-6:2013, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2020, IEC 61000-4-16:2015, IEC 61000-4-17:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2008, IEC 61000-4-18:2019, IEC 61000-4-29:2000, CISPR 11:2015 + AMD1:2016 + AMD2:2019, CISPR 32:2015 + AMD1:2019</p>
<p>Для сравнений:</p>
<p>Нормативная база IEC 60255-26:2013: IEC 60255-1:2009, IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007 + AMD2:2010, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2005, IEC 61000-4-6:2008, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-16:1998 + AMD2:2009, IEC 61000-4-17:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2008, IEC 61000-4-18:2001 + AMD1:2010, IEC 61000-4-29:2000, CISPR 11:2009 + AMD1: 2010, CISPR 22:2008.</p>
<p>Источник: https://webstore.iec.ch/en/publication/1171.</p>
<p>Нормативная база IEC 60255-26:2008: IEC 60255-11:1979, IEC 60255-22-1:2007, IEC 60255-22-2:1996, IEC 60255-22-3:2007, IEC 60255-22-4:2002, IEC 60255-22-5:2002, IEC 60255-22-6:2001, IEC 60255-22-7:2003, IEC 60255-25:2000, CISPR 22:2006, IEC 61000-4-2:2001, IEC 61000-4-3:2006, IEC 61000-4-4:2004, IEC 61000-4-5:2005, IEC 61000-4-6:2006, IEC 61000-4-8:2001, IEC 61000-4-16:2002, IEC 61000-4-18:2006, IEC 61000-4-29:2000.</p>
<p>Источник: https://webstore.iec.ch/en/publication/14319.</p>

Таблица 8

К содержанию IEC 61131-2:2017 [17]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) Имел предыдущей версией одноимённый IEC 61131-2:2007.</p> <p>2) Определяет требования к ФБ и ЭМС, а также соответствующие проверочные испытания для типов промышленного оборудования для управления, представленного на рис. 2: программируемые контроллеры (<i>Programmable controllers — PLC</i>); программируемые контроллеры автоматизации (<i>Programmable automation controller — PAC</i>); средства удалённого ввода/вывода (<i>Remote I/O</i>); средства программирования и отладки (<i>Programming and debugging tools — PADT</i>); промышленные компьютеры (ПК), в том числе в виде панельных ПК (<i>Industrial PC (computers) and industrial panel PC</i>); дисплеи и человеко-машинные интерфейсы (<i>Human-machine interfaces — HMI</i>) для промышленного использования; распределённая система управления (<i>Distributed control system — DCS</i>) и её компоненты, перечисленные в разделе стандарта под названием «Область применения»; любое иное техническое средство, имеющее основным назначением выполнение функций промышленного управляющего оборудования (включая PLC и/или PAC и/или связанные с ними периферийные устройства, которые предназначены для дискретного, периодического или непрерывного управления машинами, автоматизированным производством и промышленными процессами).</p> <p>3) В вопросе ЭМС ссылается на положения и требования 11 следующих НТД: IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2006, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2014, IEC 61000-4-6:2013, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-18:2006, IEC 61000-6-1:2016, IEC 61000-6-2:2016, IEC 61000-6-4*</p>

* В первоисточнике год издания данного стандарта не указан, что означает необходимость его использования в версии, действующей на момент применения. В настоящее время действует как IEC 61000-6-4:2018.

Таблица 9

К содержанию IEC 61850-3:2013 [18]
<p>Данный стандарт:</p> <p>1) С 12.12.2013 заменил IEC 61850-3:2002, имевший несколько отличающееся название (<i>Communication networks and systems in substations — Part 3: General requirements</i>).</p> <p>2) Определяет общие требования в основном к конструированию, проектированию и условиям окружающей среды сетей связи и систем автоматизации электростанций и подстанций. Эти требования относятся, в частности, к любым интеллектуальным электронным устройствам (<i>IEDs — Intelligent Electronic Devices</i>), используемым на указанного рода энергообъектах, в том числе к измерительным реле и защитному оборудованию. Когда устройства связи или автоматизации являются неотъемлемой частью другого технического средства (ТС) электростанции или подстанции, то к его коммуникационной части предъявляются стандартом те же требования по ЭМС, что и для IED самого этого ТС.</p> <p>3) В вопросе ЭМС основан на использовании требований следующих НТД: IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2008, IEC 61000-4-4:2004, IEC 61000-4-5:2005, IEC 61000-4-6:2008, IEC 61000-4-8:2001, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-16:2002, IEC 61000-4-17:2009, IEC 61000-4-18:2006, IEC 61000-4-29:2000, CISPR 22:2008, CISPR 24:2010, IEEE 1613:2009</p>

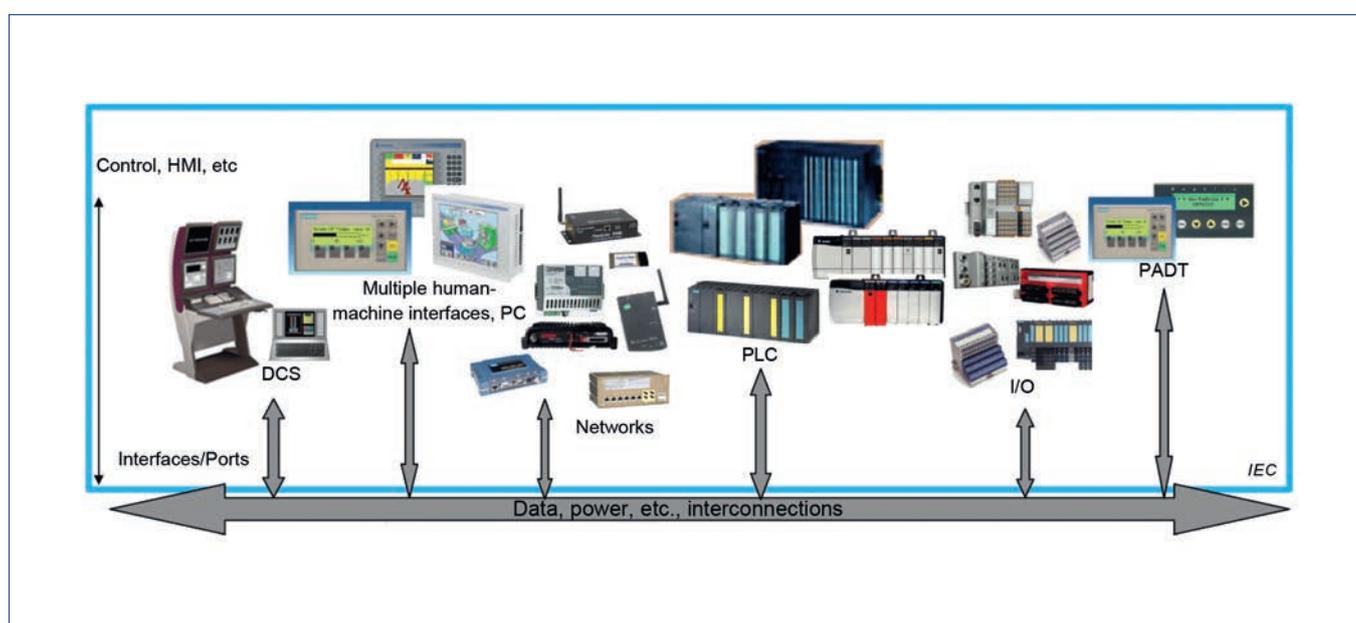


Рис. 2. Виды цифровой техники, подпадающие под требования IEC 61131-2:2017 [17]

щих частях из тех же таблиц 6–9. Результаты проведения нами такого анализа выражены в форме названного в таблицах 10 и 11.

И, наконец, ещё о двух стандартах из той же табл. 1, также объективно не только более чем важных в складывающихся в мире условиях, но и обязательных, на

наш взгляд, в применении, в том числе и для ПС национальных ЭЭС. Это действующие IEC 61000-4-25:2001 + AMD1:2012 + AMD2:2019 [19] и IEC 61000-4-36:2020 [20], представленные вкратце и совместно в виде приведённого в табл. 12.

Таблица 10

Международные НТД, устанавливающие требования к испытаниям на ЭМС (помехоустойчивость и помехоэмиссию) разнообразного цифрового оборудования, применяемого также и на ПС	Используемые версии (годы издания) в НТД, относящихся в том числе и к цифровому оборудованию ПС			
	IEC 61000-6-5 (2017 ¹)	IEC 60255-26 (2023)	IEC 61131-2 (2017)	IEC 61850-3 (2013)
IEC 60255-1 (<i>Measuring relays and protection equipment — Common requirements</i>)	—	2022	—	—
IEC 61000-4-2 (<i>Electrostatic discharge immunity test</i>)	2008			
IEC 61000-4-3 (<i>Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test</i>)	2020		2006	2008 ¹
IEC 61000-4-4 (<i>Electrical fast transient/burst immunity test</i>)	2012			2004
IEC 61000-4-5 (<i>Surge immunity test</i>)	2017 ¹		2014	2005
IEC 61000-4-6 (<i>Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields</i>)	2023	2013		2008
IEC 61000-4-8 (<i>Power frequency magnetic field immunity test</i>)	2009			2001
IEC 61000-4-11 (<i>Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests</i>)	2020		2004	2004
IEC 61000-4-16 (<i>Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz</i>)	2015		—	2002
IEC 61000-4-17 (<i>Ripple on d.c. input power port immunity test</i>)	2008 ¹			2009
IEC 61000-4-18 (<i>Damped oscillatory wave immunity test</i>)	2019	2010 ²	2006	2006
IEC 61000-4-29 (<i>Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests</i>)	2000		—	2000
IEC 61000-4-34 (<i>Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16A per phase</i>)	2009	—	—	—
IEC 61000-6-1 (<i>Immunity for residential, commercial and light-industrial environments</i>)	—	—	2016	—
IEC 61000-6-2 (<i>Immunity standard for industrial environments</i>)	—	—	2016	—
IEC 61000-6-4 (<i>Emission standard for industrial environments</i>)	—	—	2010 ³	—
CISPR 11 (<i>Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement</i>)	2019 ¹	2010 ²	—	—
CISPR 22 (<i>ITE — Radio disturbance characteristics — Limits and methods of measurement</i>)	—	—	—	2008 ⁴
CISPR 24 (<i>ITE — Immunity characteristics — Limits and methods of measurement</i>)	—	—	—	2010 ⁴
CISPR 32 (<i>Emission requirements for multimedia equipment</i>)	2019 ¹		—	—
IEEE 1613 ⁵ (<i>Environmental and testing requirements for communications networking devices installed in electric power substations</i>)	—	—	—	2009

¹ Подразумевается действующий IEC 61000-6-5:2015/COR.1:2017, помеченные НТД из нормативной базы которого (см. п. 3 в табл. 7) действуют на данный момент соответственно в версиях IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007, IEC 61000-4-5:2014 + AMD1:2017, IEC 61000-4-17:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2008, CISPR 11:2015 + AMD1:2016 + AMD2:2019 и CISPR 32:2015 + AMD1:2019.

² Имеются в виду соответственно IEC 61000-4-18:2001 + AMD1:2010 и CISPR 11:2009 + AMD1:2010 (табл. 8).

³ По состоянию на дату ввода в действие стандарта IEC 61131-2:2017 тогда отсылочный для него IEC 61000-6-4 действует ныне в одноимённой версии 2018 г. (<https://webstore.iec.ch/en/publication/62637>).

⁴ Отменены в том числе и в версиях данных годов издания (CISPR 22:2008 и CISPR 24:2010) введением соответственно CISPR 32:2015 и CISPR 35:2016 из табл. 3.

⁵ Претерпел в 2011 г. исправление. Действует ныне в версии IEEE 1613-2023 (<https://standards.ieee.org/ieee/1613/4606/>).

Таблица 11

Годы издания версий НТД по ЭМС, включённых в различных составах (см. табл. 12) в нормативные базы IEC 61000-6-5, IEC 60255-26, IEC 61131-2 и IEC 61850-3					
НТД по ЭМС	Текущие/Отменённые версии		НТД по ЭМС	Текущие/Отменённые версии	
IEC 60255-1	2022	2009	IEC 61000-4-29	2000	—
IEC 61000-4-2	2008	2000, 1998, 1995	IEC 61000-4-34	2009	2005
IEC 61000-4-3	2020	2010, 2007, 2006, 2002, 2000, 1998, 1995	IEC 61000-6-1	2016	2005, 1997
IEC 61000-4-4	2012	2010, 2004	IEC 61000-6-2	2016	2005, 1999
IEC 61000-4-5	2017	2014, 2009, 2005, 2000, 1995	IEC 61000-6-4	2018	2010, 1997
IEC 61000-4-6	2023	2015, 2013, 2008, 2006, 2004, 2003, 2000, 1996	CISPR 11	2024	2019, 2016, 2015, 2010, 2009, 2004, 2003, 1999, 1997, 1996, 1990, 1976
IEC 61000-4-8	2009	2000, 1993	CISPR 22*	—	2008, 2006, 2005, 2004, 2003, 2002, 1997, 1996, 1993, 1985
IEC 61000-4-11	2020	2017, 2004, 2000, 1994	CISPR 24*	—	2015, 2010, 2002, 1997
IEC 61000-4-16	2015	2009, 2001, 1998	CISPR 32	2019	2015, 2012
IEC 61000-4-17	2008	2001, 1999	IEEE 1613	2023	2011, 2009, 2003
IEC 61000-4-18	2019	2010, 2006			

* Отменены вводом в действие соответственно CISPR 32:2015 и CISPR 35:2016.

Можем в гораздо большей мере углубить и расширить всё вышеизложенное по текущему передовому международному опыту с добавлением к этому, в частности, действующих европейских — британских, французских; американских и иного происхождения различных видов НТД рассматриваемой здесь большой тематики. В том числе военного профиля, включая некоторые из тех, что, к примеру, по состоянию на 2016 год упомянуты в публикации [3].

Однако и представленного, полагаем, вполне достаточно для целей данной публикации. Во всяком случае, для такого вывода, что названное в табл. 13 — это минимальный набор действующих НТД по ЭМБ/ЭМС, требования которых должны не только всемерно и полностью учитываться, но и непременно выполняться для системного уровня значимости оцифровываемых ПС (в нашем случае на данный момент для почти десятка ВПС Армении).

Этим перечнем международных НТД по ЭМБ/ЭМС и ограничимся далее для сравнений с приводимым ниже в пункте Б). Заметив до этого, что:

а) к тем из них, что появились после 2018 г., добавлены (в скобках) ещё и годы издания тех или иных предшествовавших им версий-редакций;

б) в таблицу не включены нами упоминавшиеся выше стандарты IEC 61000-6-5:2015/COR1:2017, IEC 60255-26:2023, IEC 61131-2:2017 и IEC 61850-3:2013, поскольку в этой таблице уже фигурируют все НТД по ЭМС из нормативных их баз (табл. 10 и 11), причём в ныне действующих редакциях, а не в отменённых, как у двух последних из этих стандартов.

(Б) Текущее состояние с НТД по ЭМС, межгосударственных для стран ТС/ЕАЭС/СНГ

Анализируемое и оцениваемое ниже имеет исходной точкой Технический регламент ТР ТС 020/2011 [21] по ЭМС, утверждённый Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 879.

В последующем содержание этого важного наднационального (межгосударственного) задающего документа претерпело различные изменения. В том числе в последнее время по Решению [22] Евразийской Экономической комиссии (ЕЭК), несколько изменённому затем её же Решением от 09.07.2024 № 79 (<https://www.alt.ru/tamdoc/24kr0079/>).

Указанное действующее Решение ЕЭК интересно для нас особенно тем, что к нему приложены два перечня НТД по ЭМС, предназначенных для стран СНГ/ТС/ЕАЭС.

В содержательном плане каждый из упомянутых перечней из Решения [22] состоит из международных, региональных (межгосударственных) и национальных (государственных) стандартов. При этом:

— перечень 1 устанавливает стандарты, в результате применения которых на добровольной основе обеспечится соблюдение требований ТР ТС 020/2011;

— перечень 2 составлен из стандартов с правилами и методами исследований (испытаний) и измерений (в том числе правила отбора образцов), необходимых для применения и исполнения требований указанного Техрегламента по ЭМС и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования.

Таблица 12

К содержанию IEC 61000-4-25:2001 + AMD1:2012 + AMD2:2019 [19]
<p>Данная часть стандартов семейства IEC 61000-X (<i>Electromagnetic compatibility (EMC) — Testing and measurement techniques</i>):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Предназначена для создания общей и воспроизводимой основы для оценки характеристик электрического и электронного оборудования на случай вызова обычными и/или нетрадиционными системами вооружения электромагнитных импульсов высокой мощности (<i>The high altitude electromagnetic pulse — HEMP</i>), создающих различные по последствиям переходные процессы в линиях электропередачи, антеннах, устройствах ввода-вывода (I/O), линиях управления и в целом в электронных системах. 2) Задаёт с указанной целью требования к испытаниям на помехоустойчивость к НЕМР, а также приводит и детализирует соответствующие методы их проведения для электрического и электронного оборудования и систем. При этом, помимо прочего, устанавливает: технические требования к испытательному оборудованию и контрольно-измерительным приборам, применяемым при испытаниях; порядок их проведения и критерии оценки успешности прохождения; требования к документации, подлежащей оформлению по результатам испытаний на защищённость от НЕМР. 3) Охватывает испытания оборудования при установке на месте, для которых используются те же технические требования, что и при проведении лабораторных испытаний (за исключением требований к климатическим условиям). 4) Основан на применении положения и требования 15 в целом НТД, из которых к обеспечению ЭМБ/ЭМС относятся: IEC 61000-2-5*, IEC 61000-2-9*, IEC 61000-2-10:1998, IEC 61000-2-11*, IEC 61000-4-4*, IEC 61000-4-5*, IEC 61000-4-11*, IEC 61000-4-13*, IEC 61000-4-18*, IEC 61000-4-20*, IEC 61000-4-33*, IEC 61000-5-3*, IEC TS 61000-5-4*, IEC 61024-1*
К содержанию IEC 61000-4-36:2020 [20]
<p>Данный стандарт:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Имел предыдущей версией одноимённый IEC 61000-4-36:2014. 2) Рекомендует ряд практических методов тестирования для оценки устойчивости оборудования и систем к воздействию преднамеренно вызванных электромагнитных помех (<i>Intentional Electromagnetic Interference — IEMI</i>). В этой связи: описывает в общих чертах существо этой проблемы; приводит параметры различных видов возможных IEMI; определяет на этой основе содержание и пределы необходимых испытаний для защиты от них. 3) Как и в случае с вышеупомянутым предыдущим своим изданием, основан на положениях и требованиях стандартов IEC 61000-4-4*, IEC 61000-4-12* и IEC 61000-4-18*. Однако с добавкой к этому (соответственно в приложениях Н и I): <ul style="list-style-type: none"> — требований и метода испытаний на устойчивость к гиперполосным и мезодиапазонным излучаемым переходным процессам; — метода калибровки датчиков для измерения излучаемых гиперполосных и мезополосных переходных полей, а также оценки неопределённости их измерений на основе положений IEC 61000-4-20:2010* (<i>Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides</i>)

* В трактовках МЭК/IEC означает, что, как и в случае со стандартом IEC 61000-6-5:2015/COR.1:2017 (прим. 1 к табл. 12), помеченные НТД должны использоваться в версиях, действующих на момент применения описываемых здесь двух стандартов. К настоящему времени это соответственно: IEC 61000-2-5:2017, IEC 61000-2-9:1996, IEC 61000-2-11:1999, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2014 + AMD1:2017, IEC 61000-4-11:2020, IEC 61000-4-12:2017, IEC 61000-4-13:2002 + AMD1:2009 + AMD2:2015, IEC 61000-4-18:2019, IEC 61000-4-20:2022, IEC 61000-4-33:2005, IEC 61000-5-3:1999, IEC TS 61000-5-4:1996, IEC 61024-1:1990.

Таблица 13

Минимальное из действующих международных НТД по ЭМС, распространяющееся в т.ч. и на ВПС
<p>IEC 61000-1-2:2016, IEC TR 61000-1-5:2004, IEC 61000-3-2:2024*(2020, 2018), IEC 61000-3-3:2021(2017,2013), IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2020(2010), IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2017, IEC 61000-4-6:2023 (2015), IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2020(2015), IEC 61000-4-13:2015*, IEC 61000-4-16:2015, IEC 61000-4-17:2008*, IEC 61000-4-18:2019(2010), IEC 61000-4-23:2016, IEC 61000-4-24:2023(2015), IEC 61000-4-25:2019* (2012), IEC 61000-4-29:2000, IEC 61000-4-34:2009, IEC 61000-4-36:2020(2014), IEC TR 61000-5-2:1997, IEC 61000-5-6:2024, IEC TS 61000-5-10:2017, IEC 61000-6-1:2016, IEC 61000-6-2:2016, IEC 61000-6-4:2018, IEC 61000-6-7:2014, CISPR 11:2024(2019,2016,2015), CISPR 32:2019*(2015), IEEE 1613-2023(2009), IEEE 1848-2020</p>

* Точнее — соответственно IEC 61000-3-2:2018 + AMD1:2020 + AMD2:2024, IEC 61000-3-3:2013 + AMD1:2017 + AMD2:2021, IEC 61000-4-13:2002 + AMD1:2009 + AMD2:2015, IEC 61000-4-25:2001 + AMD1:2012 + AMD2:2019, CISPR 32:2015 + AMD1:2019.

В связи с таким различием в предназначённости имеет некоторые отличия также содержащееся в упомянутых перечнях 1 и 2. В частности, в количестве включённых в них НТД по ЭМС: соответственно 270 и 318, в том числе как в виде действующих их версий или же ожидающих ввода в действие, так и в виде уже

заменённых ими или же намеченных к этому по причине той или иной степени устарелости.

Среди указанных достаточно внушительных количеств НТД существует также и ряд таких, аналоги которых присутствуют и в табл. 13. Это межгосударственные, российские, белорусские и казахстанские стандарты со сроками ввода и завершения действия,

названные в целом в табл. 14. Из которых, в свою очередь, межгосударственными по статусу являются действующие или же ожидающие ввода в действие стандарты из табл. 15, содержание которых, предполагаем, ясно из приведённого в ней же в скобках.

Первое, на что предлагаем обратить внимание, это:

а) Отражённая в табл. 16 (по итогам различных наших сопоставлений) степень отсталости большинства стандартов из таблиц 14 и 15 по отношению к соответствующим действующим НТД из табл. 13, а в случае с ГОСТ IEC 61000-3-3-2015, ГОСТ IEC 61000-4-6-2022, ГОСТ 30804.4.11-2013, ГОСТ 30804.6.1-2013 и ГОСТ CIS-PR 35-2019 — даже по сравнению с предыдущими версиями международных их аналогов.

б) Отсутствие в перечнях 1 и 2 из Решения [22] (в точности как и в таблицах 14 и 15) каких-либо стандартов, аналогичных достаточно важным уже и по нынешним временам международным IEC 61000-4-23, IEC 61000-4-24, IEC 61000-4-25, IEC 61000-4-36, IEC TR 61000-5-2, IEC 61000-5-6, IEC TS 61000-5-10, IEC 61000-6-7, IEEE 1613 и IEEE 1848 из табл. 7. Тогда как, за исключением двух последних, все остальные НТД из этого состава включены (<https://www.standards.ru/catalog/mec.aspx>) в соответствующие части-разделы рубрики 33.100 Общероссийского классификатора стандартов (ОКС). Причём в следующих различных их версиях, годы издания которых указаны в скобках: IEC 61000-4-23 (2016, 2000); IEC 61000-4-24 (2023, 2015, 1997); IEC 61000-4-25 (2019, 2012, 2001); IEC 61000-4-36 (2020, 2014); IEC TR 61000-5-2 (1997); IEC 61000-5-6 (2024, 2002); IEC TS 61000-5-10 (2017); IEC 61000-6-7 (2014). И потому имели большие, полагаем, основания не быть обойдёнными указанным Решением. Тем более, принятый для стран ТС/ЕАЭС/СНГ (согласно протоколу от 30.10.2019 № 123-П межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации — МГС) стандарт ГОСТ IEC 61000-6-7-2019 (*Требования помехоустойчивости для оборудования, предназначенного для выполнения функций в системе, связанной с безопасностью (функциональная безопасность) в промышленных расположениях*), действующий, в частности, на территории РФ с 01.06.2020.

в) Невключение почему-то в Решение [22] также и действующего ГОСТ Р МЭК 61850-3-2005, определяющего для цифрового оборудования телекоммуникационной связи, применяемого на ПС, в том числе и требования к его ЭМБ/ЭМС. (Данное «упущение» обусловлено, по-видимому, тем, что этот российский стандарт идентичен IEC 61850-3:2002 (*Communication networks and systems in substations — General requirements*), заменённому ещё с конца 2013 г. на IEC 61850-3:2013 (*Communication networks and systems for power utility automation — General requirements*),

так и не заимевшего до сих пор межгосударственного аналога для стран ТС/ЕАЭС/СНГ.)

Посредством сопоставления соответствующих фактов из таблиц 14 и 16 можно было бы, в принципе, углубиться также и в следующий вопрос: а в какой мере большинство (порядка 70 %) из названных в них межгосударственных НТД отстают во времени от действующих международных аналогов?

Однако останавливаться здесь на этом достаточно объёмном в ответе вопросе было бы, считаем, вряд ли целесообразным (тем более, в условиях наличия разумных пределов объёма данной публикации). Но тем не менее приведём несколько примеров, важных, по крайней мере, с позиций трудно предсказуемого опасного допущения для ряда оцифрованных ВПС Армении. Это стандарты из левого крайнего столбца табл. 17, которые до фактически недавнего (в 2022–2023 гг.) прекращения срока их действия имели уровни устарелости в виде количества лет, выраженного в колонке 5 этой же таблицы.

Надо сказать, что, при всей своей показательности, числа из колонки 5 табл. 17 относятся всё же к прошлому. В то время как к текущему времени межгосударственные НТД из таблиц 14 и 15 заметно приблизились в целом к действующим международным их аналогам. Более того, в следующих случаях даже идентичны им: ГОСТ IEC/TR 61000-1-5-2017, ГОСТ IEC 61000-3-2-2021, ГОСТ IEC 61000-4-8-2013, ГОСТ IEC 61000-4-16-2023, ГОСТ IEC 61000-4-17-2015, ГОСТ IEC 61000-4-29-2016, ГОСТ IEC 61000-4-34-2016, ГОСТ CISPR 35-2019.

Но с другой стороны, этот процесс «приближения» протекает таким образом, когда оставляется достаточно значительный временной лаг (табл. 14 и 17) для продолжения применения в нашем случае стандартов по ЭМС, подлежащих замене, на принятые новые межгосударственные. Что, как минимум, допускает манипулирование требованиями, выставляемыми в рассматриваемой части к конкретным оцифровываемым проектам. И, как следствие этого, — возможность избрания для них видов цифровой техники, уже изначально не отвечающих ЭМ-угрозам даже времени реализации таких проектов.

И в завершение ещё об одном отличии названного в табл. 13 от представленного в табл. 14–16. Это включение нами в последние также и ГОСТ IEC 61000-6-5-2017 [23], ГОСТ IEC 60255-26-2017 [24] и ГОСТ IEC 61131-2-2012 [25], идентичных соответственно IEC 61000-6-5:2015, IEC 60255-26:2013 и IEC 61131-2:2007.

Ранее уже приводился довод (с показом его оснований в форме приведённого в табл. 12), по которому аналогичное не было сделано также и в табл. 15. Что же касается случая с табл. 16–18, то внесение в них ещё

Таблица 14

#	Стандарты из [22] ¹ / Сроки применения ²		#	Стандарты из [22] ¹ / Сроки применения ²	
1	ГОСТ IEC/TS 61000-1-2-2015	с 01.07.2016*	15	ГОСТ IEC 61000-4-17-2015 ⁴	с 01.06.2017*
	ГОСТ Р 51317.1.2-2007	до 01.07.2022		ГОСТ Р 51317.4.17-2000 СТ РК 2.126-2007 ⁷	до 01.07.2022
2	ГОСТ IEC/TR 61000-1-5-2017	с 01.12.2018*	16	ГОСТ IEC 61000-4-18-2016	с 01.06.2017* до —?
	ГОСТ Р 51317.1.5-2009	до 01.07.2022			
3	ГОСТ IEC 61000-3-2-2017 ³	с 01.02.2018*	17	ГОСТ IEC 61000-4-29-2016	с 01.06.2017*
	ГОСТ 30804.3.2-2013	до 01.07.2022	18	ГОСТ IEC 61000-4-34-2016	с 01.06.2017*
4	ГОСТ IEC 61000-3-3-2015	с 01.03.2016*		ГОСТ Р 51317.4.34-2007	до 01.07.2022
	ГОСТ 30804.3.3-2013	до 01.07.2022		19	ГОСТ 30804.6.1-2013
5	ГОСТ 30804.4.2-2013	с 01.01.2014* до —?	20	ГОСТ 30804.6.2-2013	с 01.01.2014* до —?
6	ГОСТ IEC 61000-4-3-2016	с 01.06.2017*	21	ГОСТ IEC 61000-6-4-2016	с 01.09.2017*
	ГОСТ 30804.4.3-2013	до 01.07.2022		ГОСТ 30804.6.4-2013, СТБ IEC 61000-6-4-2012	до 01.07.2022
7	ГОСТ IEC 61000-4-4-2016	с 01.09.2017*	22	ГОСТ IEC 61000-6-5-2017	с 01.12.2018*
	ГОСТ 30804.4.4-2013	до —?		ГОСТ Р 51317.6.5-2006	до 01.07.2022
8	ГОСТ IEC 61000-4-5-2017	с 01.12.2018*	23	ГОСТ CISPR 11-2017	с 01.03.2022
	СТБ МЭК 61000-4-5-2006 ⁴	до 01.07.2022		СТБ EN 55011-2012 ⁴	до 01.03.2023
9	СТБ IEC 61000-4-6-2011 ⁴	с 25.11.2011**	24	ГОСТ 30805.22-2013, СТБ EN 55022-2012 ⁴	до 01.07.2023
	ГОСТ 30804.4.6-2002, ГОСТ Р 51317.4.6-99	с 01.01.2002* до 01.09.2025*			
10	ГОСТ IEC 61000-4-8-2013	с 01.07.2023*	25	ГОСТ CISPR 24-2013	с 01.07.2014*
11	ГОСТ 30804.4.11-2013	с 01.01.2014* до —?		ГОСТ 30805.24-2002	до 01.07.2022
12	ГОСТ IEC 61000-4-12-2016	с 01.06.2017*	26	ГОСТ CISPR 32-2015	с 01.07.2023* до —?
	ГОСТ 30804.4.12-2002	до 01.07.2022			
13	ГОСТ IEC 61000-4-13-2013 ⁵	с 01.06.2017*	27	ГОСТ CISPR 35-2019 ⁸	с 01.01.2025
	ГОСТ 30804.4.13-2013 ⁵	до 01.07.2022		28	ГОСТ IEC 60255-26-2017
14	ГОСТ IEC 61000-4-16-2014 ⁶	с 01.06.2017*		ГОСТ Р 51525-99, СТБ ГОСТ Р 51525-2001 ⁴	до 01.03.2022
	ГОСТ Р 51317.4.16-2000, СТ РК 2.137-2007 ⁷	до 01.07.2022		ГОСТ Р 51516-99, СТБ ГОСТ Р 51516-2001 ⁴	до 01.03.2022
			29	ГОСТ IEC 61131-2-2012	с 01.08.2014* до —?

¹ В некоторые позиции данной таблицы можно было бы внести и соответствующие стандарты Казахстана, также присутствующие в Решении [22]. Однако они полностью идентичны включённым в эти же позиции стандартам РФ и потому в целях достижения компактности данной таблицы, в неё не включены. В частности, СТ РК 2.137-2007 (ГОСТ Р 51317.4.16-2000), СТ РК 2.126-2007 (ГОСТ Р 51317.4.17-2000) и СТ РК ГОСТ Р 51317.6.5-2009 (ГОСТ Р 51317.6.5-2006).

² Даты со значком «*» относятся к Российской Федерации (РФ), а со значком «**» — к Республике Беларусь (РБ). Они внесены нами в качестве показательных во многом примеров, а также в связи с отсутствием в [22] каких-либо уточнений по этим позициям. Последнее относится также и к помеченному вопросом (?).

³ С 01.07.2023 действует на территории РБ как ГОСТ IEC 61000-3-2:2021 (IEC 61000-3-2:2020).

⁴ Стандарты Республики Беларусь.

⁵ Полностью идентичные стандарты. Равно как и те, что через запятую приведены в той или иной строке таблицы.

⁶ С 01.04.2024 в РБ применяется ГОСТ IEC 61000-4-16-2023 (IEC 61000-4-16:2015), предусмотренный к вводу с 01.09.2025 также на территории РФ.

⁷ Стандарты Республики Казахстан (СТ РК).

⁸ Стандарт РБ, введённый на территории страны с 01.01.2020.

Таблица 15

Действующие или же намеченные к введению межгосударственные стандарты по ЭМС
ГОСТ IEC/TS 61000-1-2–2015 (Методология достижения функциональной безопасности электрических и электронных систем, включая оборудование, в отношении электромагнитных помех)
ГОСТ IEC/TR 61000-1-5–2017 (Воздействия электромагнитные большой мощности (ЭМБМ) на системы гражданского назначения)
ГОСТ IEC 61000-3-2–2017 ¹ (Нормы эмиссии гармонических составляющих тока (оборудование с входным током не более 16 А в одной фазе))
ГОСТ IEC 61000-3-3–2015 (Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в общественных низковольтных системах электроснабжения для оборудования с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемого к сети электропитания без особых условий)
ГОСТ 30804.4.2-2013 (Требования и методы испытаний на устойчивость к электростатическим разрядам)
ГОСТ IEC 61000-4-3–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю)
ГОСТ IEC 61000-4-4–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к электрическим быстрым переходным процессам (пачкам))
ГОСТ IEC 61000-4-5–2017 (Требования и методы испытаний на устойчивость к выбросу напряжения)
СТБ IEC 61000-4-6–2011 ² (Требования и методы испытаний на устойчивость к кондуктивным помехам, наведённым радиочастотными электромагнитными полями)
ГОСТ IEC 61000-4-8–2013 (Требования и методы испытаний на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты)
ГОСТ 30804.4.11-2013 (Требования и методы испытаний на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания)
ГОСТ IEC 61000-4-12–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к колебательным затухающим помехам)
ГОСТ IEC 61000-4-13–2016 (Воздействие гармоник и интергармоник, включая сигналы, передаваемые по электрическим сетям, на порт электропитания переменного тока. Низкочастотные испытания на помехоустойчивость)
ГОСТ IEC 61000-4-16–2014 ¹ (Требования и методы испытаний на устойчивость) к кондуктивным помехам общего вида в диапазоне частот от 0 Гц до 150 кГц)
ГОСТ IEC 61000-4-17–2015 (Требования и методы испытаний на устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока)
ГОСТ IEC 61000-4-18–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к затухающей колебательной волне)
ГОСТ IEC 61000-4-29–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к провалам напряжения, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения на входном порте электропитания постоянного тока)
ГОСТ IEC 61000-4-34–2016 (Требования и методы испытаний на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания оборудования с потребляемым током более 16 А на фазу)
ГОСТ 30804.6.1-2013 (Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением)
ГОСТ 30804.6.2-2013 (Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний)
ГОСТ IEC 61000-6-4–2016 (Стандарт электромагнитной эмиссии для промышленных установок)
ГОСТ IEC 61000-6-5–2017 (Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции)
ГОСТ CISPR 11–2017 (Характеристики радиочастотных помех. Нормы и методы испытаний)
ГОСТ 30805.22-2013 (Нормы и методы измерений промышленных радиопомех)
ГОСТ CISPR 24–2013 (Устойчивость к электромагнитным помехам оборудование информационных технологий — нормы и методы измерения)
ГОСТ CISPR 32–2015 (Требования к электромагнитной эмиссии мультимедийного оборудования)
ГОСТ CISPR 35–2019 (Требования к помехоустойчивости мультимедийного оборудования)
ГОСТ IEC 60255-26–2017 (Требования к ЭМС измерительных реле и защитного оборудования)
ГОСТ IEC 61131-2-2012 ³ (Требования к программируемым контроллерам и их испытания)

¹ См. соответственно прим. 2 и 6 к табл. 14.

² Идентичен международному IEC 61000-4-6:2008. Подлежит замене на ГОСТ IEC 61000-4-6–2022 (в частности, на территории РФ с 01.09.2025 с правом досрочного применения), также идентичного указанному стандарту МЭК. В РФ продолжает почему-то действовать в виде ГОСТ Р 51317.4.6–99 (IEC 61000 4–6:1996).

³ Содержит требования к ЭМС в составе охватываемых качественных требований.

Таблица 16

Действующие на данный момент версии НТД из [22]	Аналогичные международные НТД по ЭМС	
	Использованные	Действующие ¹
ГОСТ IEC/TS 61000-1-2-2015	IEC/TS 61000-1-2:2008	IEC TS 61000-1-2:2016 (1)
ГОСТ IEC/TR 61000-1-5-2017	IEC/TR 61000-1-5:2004	IEC TR 61000-1-5:2004
ГОСТ IEC 61000-3-2-2021 ²	IEC 61000-3-2:2020	IEC 61000-3-2:2020
ГОСТ IEC 61000-3-3-2015	IEC 61000-3-3:2013	IEC 61000-3-3:2021 (2)
ГОСТ 30804.4.2-2013	IEC 61000-4-2:2008	IEC 61000-4-2:2008
ГОСТ IEC 61000-4-3-2016	IEC 61000-4-3:2010	IEC 61000-4-3:2020 (1)
ГОСТ IEC 61000-4-4-2016	IEC 61000-4-4:2012	IEC 61000-4-4:2012
ГОСТ IEC 61000-4-5-2017	IEC 61000 4-5:2014	IEC 61000 4-5:2017 (1)
ГОСТ IEC 61000-4-6-2022 ³	IEC 61000-4-6:2013	IEC 61000-4-6:2023 (2)
ГОСТ IEC 61000-4-8-2013	IEC 61000-4-8:2009	IEC 61000-4-8:2009
ГОСТ IEC 61000-4-9-2013	IEC 61000-4-9:2001	IEC 61000-4-9:2016 (1)
ГОСТ IEC 61000-4-10-2014	IEC 61000-4-10:2001	IEC 61000-4-10:2016 (1)
ГОСТ 30804.4.11-2013	IEC 61000-4-11:2004	IEC 61000-4-11:2022 (4)
ГОСТ IEC 61000-4-16-2023 ⁴	IEC 61000-4-16:2015	IEC 61000-4-16:2015
ГОСТ IEC 61000-4-17-2015	IEC 61000-4-17:2009	IEC 61000-4-17:2009
ГОСТ IEC 61000-4-18-2016	IEC 61000-4-18:2011	IEC 61000-4-18:2019 (1)
ГОСТ IEC 61000-4-29-2016	IEC 61000-4-29:2000	IEC 61000-4-29:2000
ГОСТ IEC 61000-4-34-2016	IEC 61000-4-34:2009	IEC 61000-4-34:2009
ГОСТ 30804.6.1-2013	IEC 61000-6-1:2005	IEC 61000-6-1:2016 (2)
ГОСТ 30804.6.2-2013	IEC 61000-6-2:2005	IEC 61000-6-2:2016 (1)
ГОСТ IEC 61000-6-4-2016	IEC 61000-6-4:2011	IEC 61000-6-4:2018 (1)
ГОСТ IEC 61000-6-5-2017	IEC 61000-6-5:2015	IEC 61000-6-5:2015/COR1:2017 (1)
ГОСТ CISPR 11-2017	CISPR 11:2015	CISPR 11:2024 (4)
ГОСТ 30805.22-2013	CISPR 22:2006	Отменены вводом в действие CISPR 32:2015
ГОСТ CISPR 24-2013	CISPR 24:2010	
ГОСТ CISPR 32-2015	CISPR 32:2012	CISPR 32:2019 (2)
ГОСТ CISPR 35-2019	CISPR 35:2016	CISPR 35:2016
ГОСТ IEC 60255-26-2017	IEC 60255-26:2013	IEC 60255-26:2023 (1)
ГОСТ IEC 61131-2-2012	IEC 61131-2:2007	IEC 61131-2:2017 (1)

Источники: <https://normadocs.ru/search>; <https://webstore.iec.ch/publication>

¹ В скобках — число пересмотров по сравнению с версией-редакцией НТД разработки МЭК/IEC, использованной в рассматриваемом стандарте СНГ/ТС/ЕАЭС.

² Действует пока лишь на территории Республики Беларусь (см. примечание 2) из табл. 16). Имел предыдущими версиями ГОСТ 30804.3.2-2017 (IEC 61000-3-2:2014), ГОСТ 30804.3.2-2013 (IEC 61000-3-2:2009) и ГОСТ Р 51317.3.2-99 (IEC 61000-3-2:1995), последний из которых действовал до 01.03.2022 (см. в табл. 16).

³ Стандарт РБ, принятый взамен СТБ IEC 61000-4-6-2011 из таблиц 16 и 17 и предусмотренный к вводу в действие, в частности, на территории РФ с 01.09.2025 (с правом досрочного применения).

⁴ См. прим. 4 к табл. 16.

и упомянутых трёх действующих межгосударственных стандартов (дополненных также и заменёнными их версиями) имеет сугубо демонстрационные цели. Точнее:

а) ГОСТ IEC 61000-6-5-2017 и ГОСТ IEC 60255-26-2017 — на случай появления возражения, мол, если

применять эти действующие стандарты, то тем самым для охватываемых ими видов подстанционного цифрового оборудования будет достигнуто соответствие текущим требованиям к помехоустойчивости и, как следствие, — снятие в этой части необходимости решения проблемы ЭМБ/ЭМС;

Таблица 17

Примеры устаревших НТД из [22] / Сроки действия		Международные аналоги:		
		Использованные	Действующие/Опережение во времени (кол-во лет) ¹	
ГОСТ Р 51317.6.5–2006 ²	до 01.07.2022	IEC 61000-6-5:2001	IEC 61000-6-5:2015/COR1:2017	14
ГОСТ 30805.22-2013	до 01.07.2023	CISPR 22:2006	CISPR 32:2015 + AMD1:2018, ещё в редакции 2015 г. отменивший последнюю из имевшихся версий CISPR 22 (CISPR 22:2008)	17
ГОСТ 30805.24-2002	до 01.07.2022	CISPR 24:1997	CISPR 35:2016, отменивший последнюю из имевшихся версий (CISPR 24:2010 + AMD1:2015) стандартов семейства CISPR 24	19
ГОСТ IEC 60255–26–2017	с 01.03.2022	IEC 60255–26:2013	IEC 60255–26:2023, ещё в предыдущей своей редакции (IEC 60255–26:2013) отменивший последние из имевшихся версий (IEC 60255–22–2:2008 и IEC 60255–22–4:2008) стандартов семейства IEC 60255–22–2 и IEC 60255–22–4	10
ГОСТ Р 51525–99 ³	до 01.03.2022	IEC 60255–22–2:1996		26
ГОСТ Р 51516–99 ³		IEC 60255–22–4:1992		30

¹ Как разница между годами издания стандартов из колонки 4, отменивших соответствующие стандарты из колонки 3, с учётом количества лет, на протяжении которых стандарты из колонки 1 продолжали считаться действующими (см. колонку 2, даты в которой заимствованы из Решения [22]).

² Имеет полностью идентичным аналогом казахстанский СТ РК ГОСТ Р 51317.6.5–2009 (прим. 1 к табл. 16), для которого в [22] установлен тот же срок прекращения действия.

³ Как это отражено в табл. 16, в перечни 1 и 2 из [22] включены также полностью совпадающие с данными стандартами (в том числе и по срокам завершения действия) соответственно белорусские СТБ ГОСТ Р 51525–2001 и СТБ ГОСТ Р 51516–2001. Следовательно, и к ним относятся числа, приведённые в колонке 5 для российских их аналогов.

Таблица 18

Нормативная база ГОСТ IEC 61000-6-5-2017 [23]
<u>Установленная в разделе 2 (Нормативные ссылки):</u> IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000 4-4, IEC 61000 4-5, IEC 61000-4-6, IEC 61000-4-8, IEC 61000-4-11, IEC 61000-4-16, IEC 61000-4-17, IEC 61000-4-18, IEC 61000-4-29, IEC 61000-4-34, IEC 61000-6-1
<u>Рекомендованная к использованию в приложение ДА (Сведения о соответствии ссылочных международных НТД межгосударственным стандартам):</u> ГОСТ 30804.4.2-2013, ГОСТ IEC 61000-4-3–2016, ГОСТ IEC 61000-4-4–2016, ГОСТ IEC 61000-4-5–2017, ГОСТ 30804.4.6-2002, ГОСТ IEC 61000-4-8–2013, ГОСТ 30804.4.11-2013, ГОСТ IEC 61000-4-16–2014, ГОСТ IEC 61000-4-17–2015, ГОСТ IEC 61000-4-18–2016, ГОСТ IEC 61000-4-29–2016, ГОСТ IEC 61000-4-34–2016, ГОСТ 30804.6.1-2013

Таблица 19

Нормативная база ГОСТ IEC 60255–26–2017 [24]
<u>В составе, названном в разделе 2 (Нормативные ссылки):</u> IEC 60255–1:2009, IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007 + AMD2:2010, IEC 61000-4-4:2012, IEC 61000-4-5:2005*, IEC 61000-4-6:2008*, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-16:1998 + AMD2:2009, IEC 61000-4-17:1999 + AMD1:2001 + AMD2:2008, IEC 61000-4-18:2006 + AMD1:2010, IEC 61000-4-29:2000, CISPR 11:2009 + AMD1:2010*, CISPR 22:2008**
<i>В примечаниях к упомянутому разделу отмечено, что:</i> * Эти НТД заменены соответственно на IEC 61000-4-5:2014, IEC 61000-4-6:2013, IEC 61000-4-16:2015 и CISPR 11:2015. ** Данный стандарт отменён, но без уточнения при этом, в связи с чем и на что заменён.
<u>Рекомендованная к использованию в приложение ДА (Сведения о соответствии ссылочных международных НТД межгосударственным стандартам):</u> ГОСТ IEC 60255-1-2014, ГОСТ 30804.4.2-2013, ГОСТ IEC 61000-4-3–2016, ГОСТ IEC 61000-4-4–2016, ГОСТ IEC 61000-4-5–2017, ГОСТ Р 51317.4.6–99/ГОСТ 30804.4.6-2002), ГОСТ IEC 61000-4-8–2013, ГОСТ 30804.4.11-2013, ГОСТ Р 51317.4.16–2000 (ГОСТ IEC 61000-4-16–2014), ГОСТ Р 51317.4.17–2000/ГОСТ IEC 61000-4-17–2015, ГОСТ IEC 61000-4-18–2016, ГОСТ IEC 61000-4-29–2016, ГОСТ CISPR 11–2017, ГОСТ 30805.22-2013

Таблица 20

Нормативная база по ЭМС ГОСТ IEC 61131-2-2012 (см. подраздел 1.3 в [25])
IEC 61000-4-2:2008, IEC 61000-4-3:2008*, IEC 61000-4-4:2004, IEC 61000-4-5:2005, IEC 61000-4-6:2008, IEC 61000-4-8:2009, IEC 61000-4-11:2004, IEC 61000-4-18:2006, IEC 61000-4-29:2000, IEC 61000-6-1:2005, IEC 61000-6-2:2005, IEC 61000-6-4:2006
* Подразумевался, по всей видимости, IEC 61000-4-3:2006 + AMD1:2007.

б) ГОСТ IEC 61131-2-2012 в качестве факта, со своей стороны дезавуирующего такое возможное возражение.

С первым из этого можно в какой-то мере согласиться. Но при условии, что:

1) НТД из нормативных баз ГОСТ IEC 61000-6-5-2017 и ГОСТ IEC 60255-26-2017 будут использоваться, как это требуется в их первоисточниках, в версиях, которые были действующими на момент применения этих двух межгосударственных стандартов, а не в тех в различной степени устаревших, что, по сути, рекомендованы в соответствующих к ним приложениях (табл. 18 и 19).

2) Вместо ГОСТ IEC 61131-2-2012, основанного на положениях и требованиях устаревших НТД (табл. 20) из достаточно давно уже отменённого IEC 61131-2-2007, использовать IEC 61131-2-2017 [17], причём в варианте, когда отсылочные для него НТД по ЭМС (табл. 9) также будут использованы в версиях, действующих на момент применения этого действующего стандарта МЭК/IEC.

3) К цифровому оборудованию, избираемому для стратегических (критически важных) энергообъектов (в нашем случае для ВПС Армении), будут предъявляться требования соответствующих действующих международных НТД по устойчивости к природным, случайным и намеренным внешним деструктивным ЭМ-воздействиям. Минимум из таких, как IEC 61000-4-25 [19] и IEC 61000-4-36 [20].

Как было сказано ранее, проблема обеспечения ЭМБ/ЭМС уже и теперь многогранная и обширная тема (в том числе при рассмотрении для стратегически (критически) важных электроподстанций). Поэтому охватить одной журнальной статьёй множество

в целом различных её аспектов будет в любом случае лишь потугой. Особенно если касаться ещё и различных защитных мер, требующихся в дополнение к первому необходимому шагу. А именно — применение нормативной базы, составом и содержанием отвечающей в полной мере воззрениям передового международного опыта. Что, надо сказать, необходимо в том числе и для того (см. приведённое в правой верхней части рис. 1), чтобы оградить оцифровывающие проекты (в нашем случае подстанционные) стран СНГ/ТС/ЕАЭС от генподрядчиков, которым обычно нет дела до функциональной безопасности доверяемых им объектов. Особенно в связи с тем, что руководствуются на практике единственной, как правило, целью: дёшево купить — дорого продать.

Данная публикации также не претендует на всеохватность, а имеет, как минимум, следующие цели:

1) Показать, что с позиций актуальности даже ныне действующие межгосударственные НТД по ЭМС малоконкурентны (в том числе и составом) действующим международным аналогам. С тем, в частности, намерением, чтобы тем самым обосновать справедливость в том числе и в этой части нашей рекомендации под номером (3) из публикации [26].

2) Повысить осведомлённость тех руководителей энергосфер (в первую очередь, естественно, Армении), которые недостаточно серьёзно относятся к нарастающей необходимости решения проблемы ЭМБ, и, как следствие, — к необходимости безотлагательного использования надёжных защитных мер, в первую очередь в форме применения и постоянной проверки полного соблюдения положений и требований из самых передовых соответствующих НТД по ЭМС.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEC GUIDE 107:1989, *Electromagnetic compatibility. Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications.*
2. EMC publications (<https://www.iec.ch/basic-emc-publications>).
3. Vladimir Gurevich. *EMP and Its Impact on Electrical Power System: Standards and Reports.* // *International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS).* Volume I, Issue VI, September 2016, pp. 6–10.
4. *Strategies, Protections, and Mitigations for the Electric Grid from Electromagnetic Pulse Effects.* // *Idaho National Laboratory (INL).* January 2016. 41 p.
5. *Guide on Electromagnetic Compatibility for Functional Safety.* // *The Institution of Engineering and Technology (IET).* 2008. 176 p.
6. IEC 61000-1-2:2016, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 1-2: General — Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena.*
7. IEC 61000-6-7:2014, *Generic standards — Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations.*

8. *IEEE Std 1848–2020, Techniques and Measurement to Manage Functional Safety and Other Risks with Regards to Electromagnetic Disturbances.*
9. *Guide on Electromagnetic Compatibility for Functional Safety. //The Institution of Engineering and Technology (IET). 2008. 176 p.*
10. Багдасарян Г.С., Маркосян М.В. *Функциональная безопасность и надёжность ЭЭС Армении. Часть 2: Вопросы нормативно-исполнительского обеспечения. // Вести в электроэнергетике. 2012, № 1, с. 29–34.*
11. Багдасарян Г.С., Маркосян М.В. *Проблема электромагнитной совместимости в электроэнергетике страны: текущее состояние и необходимость пересмотра практикуемых подходов. // Вестник Инженерной академии Армении (ВИАА). 2012. Т. 9, № 1, с. 72–81.*
12. *Guidance for users of the Standards. // CISPR, 2 March 2021. 26 p.*
13. *CISPR 32:2015 + AMD1:2019, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment — Emission requirements.*
14. *CISPR 35:2016, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment — Immunity requirements.*
15. *IEC 61000-6-5:2015/COR1:2017, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6–5: Generic standards — Immunity for equipment used in power station and substation environment.*
16. *IEC 60255–26:2023, Measuring relays and protection equipment — Part 26: Electromagnetic compatibility requirements.*
17. *IEC 61131–2:2017, Industrial-process measurement and control — Programmable controllers — Equipment requirements and tests (<https://webstore.iec.ch/en/publication/31007>).*
18. *IEC 61850–3:2013, Communication networks and systems for power utility automation — Part 3: General requirements.*
19. *IEC 61000-4-25:2001 + AMD1:2012 + AMD2:2019, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4–25: Testing and measurement techniques — HEMP immunity test methods for equipment and systems*
20. *IEC 61000-4-36:2020, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4–16: Installation and mitigation guidelines — Guidance on the protection of facilities against HEMP and IEMI.*
21. *Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 020/2011 — Электромагнитная совместимость технических средств (<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293799/4293799094.pdf>).*
22. *Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 29.06.2021 № 77 в редакции от 09.07.2024 (<https://www.alt.ru/tamdoc/21kr0077/?ysclid=m6spqtmch7l612746763>).*
23. *ГОСТ IEC 61000-6-5–2017. Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6–5. Общие стандарты. Помехоустойчивость оборудования, используемого в обстановке электростанции и подстанции.*
24. *ГОСТ IEC 60255–26–2017. Реле измерительное и защитное оборудование. Часть 26. Требования электромагнитной совместимости.*
25. *ГОСТ IEC 61131-2-2012. Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания.*
26. Багдасарян Г.С. *Об актуальных мерах безопасности при оцифровке высоковольтных ПС Армении. // Вести в электроэнергетике. 2024, № 4 (132), с. 62–69.*

On the issue of choosing regulatory and technical documents on cyber- and electromagnetic security for high-voltage substations of Armenia. Part 2

BAGHDASARYAN H.S., Academician of the Engineering Academy of the Republic of Armenia, Ph.D. of Engineering Sciences

Annotation. This part of the publication briefly presents the grounds that increasingly determine the inadmissibility of using digitizing devices and systems at high-voltage substations in Armenia that do not meet the challenges of the time, in particular, their electromagnetic safety and compatibility (EMB/EMC).