ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭНЕРГЕТИКИ

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF ENERGY

ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЯ

ENERGY AND ECOLOGY

Статья поступила в редакцию 14.07.15. Ред. рег. № 2286

The article has entered in publishing office 14.07.15. Ed. reg. No. 2286

УДК 621.316

doi: 10.15518/isjaee.2015.13-14.012

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ АРМАГЕДДОН?

В.И. Гуревич

Электрическая компании Израиля
31000, Хайфа п/я 10, Израиль
E-mail: vladimir.gurevich@gmx.net

Заключение совета рецензентов: 17.07.15 Заключение совета экспертов: 20.07.15 Принято к публикации: 23.07.15

Проблема преднамеренных электромагнитных деструктивных воздействий (ПЭДВ) на электроэнергетические системы становится в последнее время все более актуальной в связи с двумя современными тенденциями: расширяющимся применением микроэлектроники и микропроцессорной техники в электроэнергетике – с одной стороны, и интенсивными разработками средств дистанционного поражения электронной аппаратуры – с другой. Наиболее мощным и разрушительным средством поражения электронной аппаратуры является электромагнитный импульс высотного ядерного взрыва (ЭМИ ЯВ). История экспериментальных высотных ядерных взрывов насчитывает уже полвека. За это время были опубликованы многие десятки научных работ, детально описывающих это явление и меры защиты от него. С учетом этого можно было бы предположить, что проблема защиты от ЭМИ ЯВ давно решена и современные электроэнергетические системы хорошо защищены от этого явления. Исследование, проведенное автором, показывает, что на самом деле это не так, и за прошедшие десятилетия ни в одной стране мира не предпринято никаких практических мер по защите национальных инфраструктур от ЭМИ ЯВ и все ограничивается лишь написанием отчетов и рекомендаций. В статье анализируются причины такого положения дел, в частности, политические и военные аспекты этой проблемы.

Ключевые слова: электромагнитный импульс, ЭМИ, высотный ядерный взрыв, ЭМИ ЯВ, электроэнергетические системы, преднамеренные электромагнитные деструктивные воздействия, ПЭДВ.

ELECTROMAGNETIC ARMAGEDDON?

V.I. Gurevich

Israel Electric Corporation
POB 10, Haifa 31000, Israel
E-mail: vladimir.gurevich@gmx.net

Referred: 17.07.15 Expertise: 20.07.15 Accepted: 23.07.15

The problem of Intentional Destructive Electromagnetic Impacts (IDEI) on power systems becomes recently more and more actual in connection with two modern trends: an extending application of microelectronics and microprocessor-based devices and systems in electric power industry - on the one hand, and intensive designs special equipment for distance destruction of electronic devices and systems - with another. The most powerful method for such destruction is the High-altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) as a result of high-altitude nuclear explosion. The history of experimental high-altitude nuclear explosions includes already half a century. During this time many tens the scientific articles and books in details presenting this phenomenon and measures of protection from it, have been published. In view of this fact, it would be possible to assume, that the problem of protection against HEMP for a long time is solved and modern power systems are well protected from this phenomenon. The research performed by the author, displays, that actually it not and for the last decades in one country of the world is not undertaken any practical measures on protection of national infrastructures against HEMP and all is restricted only to writing of reports, recommendations and guidelines. In the paper the reasons for such situation (in particular, political and military aspects of the problem) are analyzed.

Keywords: electromagnetic pulse, EMP, high altitude electromagnetic pulse, HEMP, power systems, intentional destructive electromagnetic impacts, IDEI.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

Владимир Игоревич Гуревич
Vladimir I. Gurevich

Сведения об авторе: канд. техн. наук, ведущий инженер-специалист, начальник сектора Центральной электрической лаборатории Электрической компании Израиля.
Почетный профессор Харьковского национального техн. университета им. П.Василенко.
Образование: Харьковский национальный техн. университет им. П.Василенко (1978).
Область научных интересов: электротехника и силовая электроника.
Публикации: более 180 научных статей, 12 книг, более 120 патентов.

Information about the author: Ph.D., Senior specialist and Head of section of the Central Electric Laboratory at Israel Electric Corp.
In 2006 he was Honorable Professor with the Kharkov Technical University.
Education: Kharkov Technical University, named after P.Vasilenko (1978).
Research area: electrical engineering and power electronics.
Publications: more than 180 professional papers and 12 books and holder of nearly 120 patents.

«...Наша уязвимость увеличивается ежедневно вместе с расширением нашего использования электроники и ростом нашей зависимости от нее в наших гражданских и в военных секторах»
Д-р Вильям Грэхем,
Председатель Комиссии Конгресса США по ЭМИ ЯВ

Введение

Применение специального оружия, способного разрушить систему электроснабжения и другие важнейшие элементы национальной инфраструктуры, не воздействуя напрямую на человека, является весьма заманчивым, поскольку может привести к коллапсу целой страны, притом что лиц, ответственных за принятие решения о применении такого оружия, никто не сможет осудить за массовое убийство гражданского населения, поскольку это оружие не имеет прямого воздействия на людей. Таким оружием являются системы, генерирующие сверхмощные электромагнитные поля, выводящие из строя электронную аппаратуру и электротехническое оборудование.

Проблема преднамеренных электромагнитных деструктивных воздействий (ПЭДВ) на электроэнергетические системы становится в последнее время все более актуальной в связи с двумя современными тенденциями: расширяющимся применением микроэлектроники и микропроцессорной техники в электроэнергетике – с одной стороны, и интенсивными разработками средств дистанционного поражения электронной аппаратуры – с другой [1]. Причем проблема эта касается не только такой сугубо гражданской отрасли, как электроэнергетика, но и военных, поскольку военные базы и полигоны получают электроэнергию и воду от гражданских систем и серьезные сбои в функционировании этих систем неминуемо скажутся на боеготовности армии со всеми ее системами вооружения, защищенными от ПЭДВ.

Краткий исторический экскурс

Разрушительное влияние удаленного ядерного взрыва на электронную аппаратуру было обнаружено при первых же испытаниях этого нового в то время вида оружия. Теоретическое обоснование феномена образования мощного электромагнитного импульса при ядерном взрыве (ЭМИ ЯВ) было впоследствии найдено в теоретических трудах лауреата Нобелевской премии в области физики Артура Комптона, выполненных им еще в 1922 г. Военные быстро оценили перспективы применения этого феномена в качестве оружия, поражающего инфраструктуру противника, в первую очередь системы электроснабжения. Первые прямые эксперименты по изучению ЭМИ ЯВ были проведены 9 июля 1962 г. Комиссией по атомной энергии и Агентством по ядерной безопасности Министерства обороны США (проект под шифром «Starfish Prime» – «Первая морская звезда»). Ракета с термоядерной боеголовкой мощностью 1,44 мегатонны была запущена с военного полигона США, расположенного на атолле Джонстон (Johnston Atoll) между Маршалловыми и Гавайскими островами в Тихом океане, на высоту около 450 км и там подорвана. Это испытание было лишь одним из пяти высотных ядерных взрывов, направленных на изучение ЭМИ ЯВ, проведенных США в 1962 г. в рамках более обширного проекта под шифром «Operation Fishbowl» («Аквариум»). При проведении этих испытаний были зафиксированы мощные электромагнитные импульсы, которые обладали большим поражающим действием на электронную

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

аппаратуру, линии связи и электроснабжения, радио- и радиолокационные станции и даже вывели из строя уличное освещение на Гавайях, на расстоянии около полутора тысяч километров от эпицентра взрыва [2].

В том же 1962 г. (22 октября, 28 октября и 1 ноября) в Советском Союзе в рамках так называемого «Проекта К» была произведена серия из трех высотных ядерных взрывов, каждый мощностью в 300 кт (К3-184; К4-187 и К5-195), направленных на изучение явления ЭМИ ЯВ. Ракеты с ядерными боеголовками запускались с ракетного полигона Капустин Яр в Астраханской области и подрывались на высотах 60-290 км над территорией военного полигона в Сары-Шаган, Карагандинской обл. в Казахстане (Закрытое административно-территориальное образование Приозерск). Работы по исследованию ЭМИ ЯВ и подготовке этих испытательных ядерных взрывов проводились в СССР Центральным физико-техническим институтом Министерства обороны (в/ч 51105, или ЦНИИ-12) в Сергиевом Посаде Московской обл. (ныне ФГУ «12 ЦНИИ МО РФ»). Во время одного из тестов (К3-184) были зафиксированы импульсные токи до 3400 А в проводах воздушных телефонных линий, которые обусловили появление импульсного напряжения с амплитудой до 28 кВ, срабатывание всех установленных в аппаратуре разрядников и перегорание всех предохранителей, что сопровождалось прекращением работы системы связи, зафиксировано повреждение систем радиосвязи на расстоянии 600 км от эпицентра взрыва, выход из строя радиолокатора, расположенного на расстоянии 1000 км, повреждение трансформаторов и генераторов на электростанциях, пробои изоляторов ЛЭП (рис. 1). Серьезные повреждения аппаратуры были зафиксированы и на космодроме Байконур. Причем речь идет об аппаратуре поколения 60-х годов, выполненной на электромеханических элементах и на радиолампах, на порядки более устойчивых к воздействию ПЭДВ, чем современная микроэлектронная и микропроцессорная техника.

Рис. 1. Иллюстрация повреждений оборудования, подвергшегося воздействию высотного ЭМИ ЯВ над Казахстаном в 1962 г. Впервые рисунок был представлен на англ. языке начальником ЦНИИ-12 генерал-майором, д-ром техн. наук, профессором В.М. Лоборевым на международной конференции EUROEM во Франции в 1994 г. [3]
Fig. 1. Illustration of equipment damages caused by high-altitude HEMP impact above Kazakhstan in 1962. For the first time the picture was presented in English during the EUROEM conference by the Head of Central R&D Institute-12, Major General, Prof. Dr. Mr. V.M. Loborev in France in 1994 [3]

Кроме того, и в американских, и в советских опытах использовались термоядерные заряды, электромагнитный импульс которых, как оказалось, в 3-5 раз слабее импульса, возникающего при детонации обычного ядерного заряда такой же мощности.

Первая открытая достоверная информация об ЭМИ ЯВ и методах защиты в электроэнергетике

Совершенно естественно, что в связи со сложностью, важностью и высокой стоимостью проведения испытательных ядерных взрывов, вся информация о них была тщательно засекречена и что первыми обладателями такой информации были военные специалисты. Можно было бы предположить, что первой открытой информацией такого рода была информация, представленная во времена «перестройки» начальником Центрального физико-технического института Министерства обороны генерал-майором В.М. Лоборевым в его знаменитом докладе на конференции EUROEM во Франции в 1994 г. Но на самом деле это совсем не так. Оказывается, первые публикации в открытой печати подробных и достоверных сведений о параметрах ЭМИ ЯВ и о его

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

влиянии на инфраструктуру страны, в частности, на системы электроснабжения, относятся к концу 60-х – началу 70-х годов прошлого века, то есть все эти сведения находятся в открытом доступе уже 40-50 лет [4-23]. Причем в некоторых из этих публикаций (например, в [16, 18]) содержится подробное описание также и средств защиты электрооборудования от воздействия ЭМИ ЯВ. Как можно видеть, большинство этих работ опубликовано в США, поэтому было бы логично предположить, что за прошедшие полвека США добились непревзойденных успехов в области защиты важнейших составных частей своей национальной инфраструктуры от ЭМИ ЯВ. Тем более что в этом должна быть заинтересована и армия.

Реальное положение дел с защитой систем электроснабжения от ЭМИ ЯВ и других видов ПЭДВ

«Вы можете дурачить всех людей некоторое время; можете даже все время дурачить некоторых людей; но вам никогда не удастся дурачить всех людей все время».
Авраам Линкольн

Что же реально происходит в США и в мире в деле защиты электроэнергетики и других важнейших систем, образующих инфраструктуру страны, от воздействия ПЭДВ? Наверное, очень многое, если судить по количеству государственных и частных структур, занимающихся этой проблемой и финансируемых из госбюджета страны, хотя бы в одних только США. Вот перечень лишь некоторых из них:

– Metatech Corp.;
– Department of Homeland Security (DHS);
– EMP Commission of Congress;
– North American Electric Reliability Corp. (NERC);
– Department of Energy;
– Department of Defense (DoD);
– Critical Infrastructure Partnership Advisory Council (CIPAC);
– Electric Infrastructure Security Council (EICS);
– Defense Science Board (DSB);
– US Strategic Command (USSTRATCOM);
– Defense Threat Reduction Agency (DTRA);
– Defense Logistics Agency (DLA);
– Air Force Weapons Laboratory;
– FBI;
– Sandia National Laboratories;
– Lawrence Livermore National Laboratory (LINL);
– Oak Ridge National Laboratory;
– Idaho National Laboratories;
– Los Alamos National Laboratories;
– Martin Marietta Energy Systems, Inc.;
– National Security Telecommunications Advisory Committee;
– Federal Emergency Management Agency (FEMA);
– National Academy of Science;
– Task Force on National and Homeland Security;
– EMPrimus;
– Neighborhood of Alternative Homes (NOAH);
– EMPact America;
– Federal Energy Regulatory Commission (FERC);
– Electric Power Research Institute (EPRI);
– NASA;
– U.S. Northern Command (NORTHCOM);
– SHIELD Act;
– EMP Grid;
– EMP Technology Holding;
– Strategic National Risk Assessment (SNRA);
– Walpole Fire Department.

Международные организации с участием США:

– International Electrotechnical Commision (IEC), Technical Subcommittee 77C;
– CIGRE, Working Group WG C4.206.

Уважаемый читатель, не кажется ли тебе несколько подозрительным активное участие такого большого количества организаций всего лишь в одной стране в теме, по которой за прошедшие десятилетия опубликовано огромное количество материалов и фактически не осталось уже ни одного «белого пятна», которое требовало бы дальнейших исследований?

Оказалось, что тема ПЭДВ и, в частности, ЭМР – не что иное, как прекрасный «долгоиграющий» инструмент для «распиливания» государственного бюджета. И, похоже, никто не заинтересован в том, чтобы процесс «распиливания» наконец завершился какими-то конкретными действиями по защите систем электроснабжения. В подтверждение этому приведем высказывание одного из бывших чиновников Министерства обороны США Эштона Картера (Dr. Ashton Carter): «*Армия, флот и Стратегическое командование продолжают думать над тем, чтобы подумать о проблеме*». Более определенно на эту тему высказался исполнительный директор Организации по национальной безопасности (Task Force on National and Homeland Security) д-р Питер Винсент Прай (Peter Vincent Pry): «*Проблема не в технологиях. Мы знаем, как защититься от этого. Проблема не в деньгах, это стоит не так уж дорого. Проблема в политике. Как всегда, появляется политика, которая мешает делу*».

В своей большой книге под названием «Неизвестный Апокалипсис» (рис. 2) д-р Прай сетует на то, что в некоторых других странах (Израиле, Англии, России) дело обстоит намного лучше, чем в США, и там уже приступили к реализации практических шагов по защите электрических систем. Поспешим успокоить д-ра Прайа: он может не переживать за отставание США. На самом деле ситуация в этой области, например, в России намного хуже, чем в США, поскольку там специалисты в области электроэнергетики или вообще ничего не слышали об этой проблеме, или считают ее «страшилками Гуревича» (поскольку единственным автором, пишущим на эту тему в русскоязычных изданиях, является ав-

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

тор данной статьи). Не лучше обстоит дело и в других странах. В общем, становится понятным, почему на протяжении десятков лет нигде в мире не делается абсолютно ничего конкретного по защите электроэнергетики от ПЭДВ и все ограничивается лишь многостраничными отчетами об исследованиях, докладами, семинарами, конференциями и другими видами приятного времяпровождения в кругу коллег. Просто многочисленные «участники процесса» вовсе не заинтересованы в окончании многолетнего процесса исследований, а заинтересованы в поддержании этой темы «на плаву» и продолжении финансирования ее.

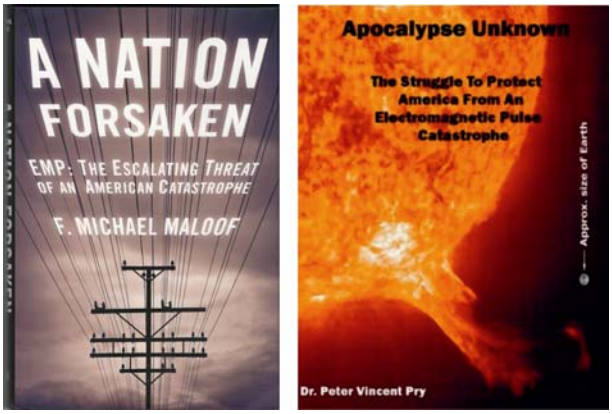

Рис. 2. Книга М.Малоофа «Нация, брошенная на произвол судьбы», посвященная описанию бюрократических и политических игр в США по проблеме ПЭДВ (слева), и книга П.В. Прайа «Неизвестный апокалипсис» (справа)
Fig. 2. The book by Mikhael Maloof "A Nation Forsaken", devoted to description of bureaucratic and political games regarding the IDEI problem in the USA (left) and the book by Peter V. Pry "Apocalypse Unknown" (right)

Этой проблеме посвящена целая книга бывшего аналитика Пентагона Михаила Малоофа (Michael Maloof): «Нация, брошенная на произвол судьбы» (рис. 2). О серьезных бюрократических препонах в этом деле пишет в своей книге «Apocalypse Unknown» («Неизвестный апокалипсис») также упомянутый выше Питер Винсент Прай.

Свою лепту в затягивание процесса реализации хорошо известных конкретных мер по защите систем электроснабжения от ПЭДВ вносят и представители могущественного военно-промышленного комплекса (ВПК). Они настаивают на том, что единственной эффективной защитой против ЭМИ ЯВ является национальная система противоракетной обороны (ПРО), в которую нужно вкладывать побольше бюджетных средств. Такая позиция представителей ВПК становится вполне понятной, если сравнить относительно небольшую стоимость средств защиты важнейших частей и систем инфраструктуры страны от ЭМИ ЯВ со стоимостью разработки и производства эффективного многоярусного противоракетного щита, защищающего всю страну. Ну а что касается других, не ядерных средств ПЭДВ [1], то поскольку системы ПРО от них не защищают, то следует сделать вид, что их вообще не существует, а информация о них, постоянно публикуемая в средствах массовой информации, не более чем блеф, предназначенный для запугивания домохозяек. Но, оказывается, все не так просто, и уже давно существуют ракетные системы, от которых ПРО защитить не способны, то есть не способны защитить национальную инфраструктуру от поражения ЭМИ ЯВ. Что же это за системы?

Ракетные системы малой и средней дальности – потенциальные источники ЭМИ ЯВ, против которых бессильны системы ПРО

Сегодня наблюдается тенденция снижения мощности ядерной БЧ ракет всех типов в связи с улучшением их точности. Так, например, если не очень точная Точка-У (9М79Б2) (рис. 3) с круговым вероятным отклонением (КВО) 250 м снабжалась ядерной БЧ мощностью до 200 кт (заряд типа АА-92), то значительно более точная и новая ракета Искандер (9М723), (рис. 3) с КВО до 30 м может снабжаться ядерной БЧ мощностью всего лишь 50 кт. Однако для создания мощного и эффективного ЭМИ мощности в 50 кт недостаточно.

Рис. 3. Пусковые установки с тактической ракетой «Точка-У» (вверху) и оперативно-тактической «Искандер» (внизу)
Fig. 3. Missile launchers of a battle-field support rocket SS-21 "Scarab B" (Tochka-U) (above) and tactical ballistic missile system SS-26 "Stone" (Iskander-E) (below)

Широко разрекламированная как не имеющая аналогов российская система «Искандер» на поверку оказывается не такой уж уникальной. Очень схожи-

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

ми тактико-техническими данными, особенностями траектории и системы управления обладают израильские ракеты LORA (LOng Range Attack). При этом они обладают еще большей, чем «Искандер», точностью (КВО = 10 м), вдвое меньшей массой ракеты, большей массой боевой части, способной нести более мощный ядерный заряд, и имеют универсальную пусковую установку, которая может монтироваться на различных транспортных средствах, включая корабли. Пусковая установка системы LORA, выполненная в виде контейнера с четырьмя ракетами, который по своей форме очень напоминает контейнеры российской системы «Клуб-К» (Club-K), с таким же количеством ракет 3М-14КЭ, Х-35УЭ (рис. 4).

Рис. 4. Контейнерные пусковые установки ракетных комплексов Club-K (вверху) и LORA (внизу)
Fig. 4. Container-based launching units of missile complexes Club-K (above) and LORA (below)

Club-K – российский контейнерный комплекс ракетного оружия, размещаемый в стандартном 20- или 40-футовом морском контейнере. Предназначен для поражения надводных и наземных целей. Комплексом могут оснащаться береговые линии, суда различных классов, железнодорожные и автомобильные платформы. Комплекс может быть применен с наземных стартовых позиций, морских, железнодорожных и автомобильных платформ. Могут применяться противокорабельные ракеты (3М-54КЭ, 3М-54КЭ1, Х-35УЭ) и ракеты для поражения наземных целей (3М-14КЭ, Х-35УЭ). Все ракеты этого комплекса крылатые, летящие на небольшой высоте 10-150 м и не предусмотрены для комплектации ядерными боеголовками, в то время как израильский контейнерный комплекс LORA снабжен оперативно-тактическими ракетами, поднимающимися на высоту до 45 км и способными доставлять ядерные заряды большой мощности на расстояние до 300 км.

Почему мы так подробно рассматриваем именно эти ракетные системы? Потому что именно такие, относительно небольшие ракеты, размещенные в стандартных морских контейнерах на кораблях вблизи береговой линии или прямо в портах (рис. 5) и способные доставлять ядерные заряды на расстояние в сотни километров и подниматься на высоту в десятки километров, являются источниками ЭМИ, неуязвимыми для любых систем ПРО, как существующих, так и перспективных благодаря возможности скрытного приближения к цели, исключительно малого подлетного времени и изменяемой в полете траектории.

Рис. 5. Контейнеры на кораблях и в портах, в которых могут находиться комплексы оперативно-тактических ракет с ядерными боеголовками, неуязвимыми для систем ПРО
Fig. 5. Containers resting on ships and in ports where tactical ballistic nuclear warhead missiles can fit are invulnerable to MDS

Важность возможности скрытно приблизить тактические ракеты с ядерными боеголовками небольшого радиуса действия близко к цели, чтобы, с одной

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

стороны, исключить возможность их поражения средствами ПРО, а с другой – вывести из-под действия ограничений международных договоров, специалисты понимали давно, и попытки создать такие системы начали предприниматься сразу же с появлением относительно небольших по размеру тактических ракет с ядерными боеголовками. Так, в 1961 г. в США на вооружение воздушно-десантных частей поступила ракетная система «Little John» (MGR-3) с неуправляемыми ракетами, способными нести ядерные боеголовки. Легкие пусковые установки этой системы транспортировались вертолетами CH-47 «Chinook» как в кабине, так и на внешней подвеске.

В Советском Союзе быстро оценили перспективность таких систем, и по Постановлению Совета министров СССР № 135-66сс от 5.02.1962 г. были начаты работы по созданию тактического ракетного комплекса «Луна-МВ» (9К53) на базе ракет 9М21Б с ядерной и 9М21Б1 с термоядерной боевой частью и пусковой установкой 9П114, представляющей собой легкую самодвижущуюся платформу с карбюраторным двигателем М-407 мощностью 45 л. с. от автомобиля «Москвич». Впоследствии было разработано несколько модификаций таких ракетных систем, предусматривающих транспортировку грузовыми вертолетами Ми-6 или МИ-10. Предполагалось, что вертолет может доставить ракету с пусковой установкой в тыл противника. Далее при необходимости комплекс проделает еще какой-то путь на колесах, а затем внезапно нанесет ракетный удар из точки, где враг и не мог предположить наличие ракетной установки, что фактически превращает тактический комплекс в стратегический. Работы по комплексу «Луна-МВ» достигли стадии испытаний опытных образцов. Однако встретилось довольно много трудностей, в том числе большая «парусность» вертолета с подвешенной пусковой установкой, и, соответственно, большой его снос ветром, а также недостаточная дальность полета нагруженных вертолетов. В результате в 1965 г. работы по этому комплексу были прекращены.

Современный уровень технологий позволил вернуться к этой идее и успешно реализовать ее. Сегодня в обороте находятся сотни миллионов стандартных морских контейнеров по всему миру (рис. 5). И кто знает, какие из них настоящие, а какие начинены ракетами... Несмотря на то, что на сегодняшний день израильская LORA является фактически единственной полноценной контейнерной системой, способной скрытно приблизиться на контейнеровозе к побережью страны и поразить ее территорию электромагнитным импульсом, сам факт существования такой системы позволяет утверждать, что заверения представителей военно-промышленного комплекса в том, что надежно защитить от ЭМИ ЯВ могут только продвинутые системы ПРО и поэтому средства нужно вкладывать именно в эти системы, не соответствуют действительности и, по существу, являются обманом общественного мнения. Реальная ситуация такова, что армия не в состоянии обеспечить достаточно надежную защиту систем электроснабжения городов и населенных пунктов от ПЭДВ, и поэтому позаботиться о такой защите заблаговременно должны сами энергетики.

Что же нужно для того, чтобы реально защитить страну от «электромагнитного Армагеддона»?

Поскольку в настоящее время все необходимые базовые исследования проблемы уже давно выполнены, а их результаты и практические рекомендации опубликованы в общедоступных источниках информации [24-34], а также в многочисленных стандартах International Electrotechnical Commission (IEC) [34-41], Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [42], военных стандартах Министерства обороны США [44-49], то следует прекратить финансирование огромного количества организаций, эксплуатирующих эту проблему и использующих ее в качестве источника собственного существования, а освободившиеся средства направить на осуществление вполне конкретных действий по защите электроэнергетических систем от ПЭДВ [50]. В тех странах, в которых такая разветвленная сеть организаций, занимающихся этой проблемой, как в США, еще не создана, нельзя идти по пути США и начинать создавать подобные структуры, поскольку такой путь ведет в тупик. Единственной организацией, которая должна остаться и управлять процессом, должен быть, по нашему мнению, Национальный Координационный Центр по проблеме ПЭДВ, призванный проанализировать опубликованные по этой теме работы, составить конкретный план конкретных работ со сроками и ответственными за выполнение этих сроков организациями, выдать этим организациям конкретные технические задания по защите систем электроснабжения от ПЭДВ, а затем организовать и координировать эту работу. Результатом деятельности этого центра должны быть не отчеты и конференции (которые должны быть просто запрещены!), а реальные подстанции и электростанции, защищенные от ПЭДВ.

Список литературы (References)

1. Гуревич В.И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты. Проблемы и решения. М.: Инфра-Инженерия, 2014 (Gurevič V.I. Uâzvimosti mikroprocessornyh rele zaŝity. Problemy i rešeniâ. M.: Infra-Inženeriâ, 2014) .

2. Operation Dominic, Fish Bowl Series, Debris Expansion Experiment. Air Force Weapons Laboratory. Project Officer's Report, Project 6.7, Report AD-A995 428, POR-2026 (WT-2026), 10 December 1965.

3. Loborev V.M. Up to date state of the NEMP problems and topical research directions, in Euro Electromagnetic Conf. (EUROEM), Bordeaux, France, June 1994, pp. 15-21.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"
Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

4. Kompaneets A.S., Radio Emission From an Atomic Explosion // Soviet Physics JETP, December 1958.

5. Karzas W.J. and Latter R. Electromagnetic Radiation from a Nuclear Explosion in Space // Physical Review, Vol. 126 (6), pp. 1919-1926, 1962.

6. Karzas, W.J. and Latter R. EMP from High-Altitude Nuclear Explosions, Report No. RM-4194, Rand Corporation, March 1965.

7. Karzas, W.J., and Latter R. Detection of Electromagnetic Radiation from Nuclear Explosions in Space // Physical Review, Vol. 137, March 1965.

8. Inston H.H., Diddons R.A. Electromagnetic Pulse Research. ITT Research Institute Project T1029, Chicago, Illinois 60616, Final Report, September 1965.

9. DASA EMP (electronic pulse) Handbook, by United States Defense Atomic Support Agency. Information and Analysis Center, National government publication, Santa Barbara, Calif., 1968.

10. Electromagnetic Pulse Problems in Civilian Power and Communications, Summary of a seminar held at Oak Ridge National Laboratory, August 1969, sponsored by the U.S. Atomic Energy Commission and the Department of Defense, Office of Civil Defense.

11. EMP Threat and Protective Measures. Office of Civil Defense, TR-61, August, 1970.

12. Parks G.S., Dayaharsh T.I., Whitson A.L., A Survey of EMP Effects During Operation Fishbowl, Defense Atomic Support Agency (DASA), Report DASA-2415, 1970.

13. Nelson D.B. A Program to Counter the Effects of Nuclear Electromagnetic Pulse in Commercial Power Systems, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL-TM-3552, Part 1. 8, October 1972.

14. Marable J.H., Baird J.K., and Nelson D.B. Effects of Electromagnetic Pulse of a Power System, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL-4836, December 1972.

15. Sandia Laboratories, "Electromagnetic Pulse Handbook for Missiles and Aircraft in Flight", SC-M-71 0346, AFWL TR 73-68, EMP Interaction Note 1-1, September, 1972.

16. Rickets L.W. Fundamentals of Nuclear Hardening of Electronic Equipment, Wiley & Sons, Inc., 1972.

17. James K. Baird and Nicholas J. Frigo. Effects of Electromagnetic Pulse (EMP) on the Supervisory Control Equipment of a Power System, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL-4899, October 1973.

18. Rickets L.W., Bridges J.E., Miletta J. EMP Radiation and Protective Techniques, John Willey and Sons, New York, 1976.

19. United States High-Altitude Test Experiences: A Review Emphasizing the Impact on the Environment, Report LA-6405, Los Alamos Scientific Laboratory. October 1976.

20. Glasstone S. and Dolan P.J. The Effects of Nuclear Weapons. U.S. Department of Defense, Washington, DC, 1977.

21. Longmire C.L. On the Electromagnetic Pulse Produced by Nuclear Explosions // IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, Vol. EMC-20, No. 1, pp. 3-13, February 1978.

22. Sollfrey W. Analytic Theory of the Effects of Atmospheric Scattering on the Current and Ionization Produced by the Compton Electrons from High Altitude Nuclear Explosions, Rand Corp., R-1973-AF, 1977.

23. Butler C., et al. EMP Penetration Handbook for Apertures, Cable Shields, Connectors, Skin Panels, AFWL-TR-77-149, Air Force Weapons Laboratory (The Dikewood Corporation), December 1977.

24. HEMP Emergency Planning and Operating Procedures for Electric Power Systems, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL/Sub/91-SG105/1, 1991.

25. Impacts of a Nominal Nuclear Electromagnetic Pulse on Electric Power Systems, Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL/Sub/83-43374, 1991.

26. HEMP-Induced Transients in Electric Power Substations. Oak Ridge National Laboratory, Report ORNL/Sub-88-SC863, February 1992.

27. Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack. Critical National Infrastructures, April 2008.

28. High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and High Power Microwave (HPM) Devices: Threat Assessments. CRS Report for Congress, July 2008.

29. The Early-Time (E1) High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid, Report Meta-R-320, Metatech Corp., January 2010.

30. The Late-Time (E3) High-Altitude. Electromagnetic Pulse (HEMP) and Its Impact on the U.S. Power Grid, Report Meta-R-321, Metatech Corp., January 2010.

31. Intentional Electromagnetic. Interference (IEMI) and Its Impact on the U.S. Power Grid, Report Meta-R-323, Metatech Corp., January 2010.

32. High-Frequency Protection Concepts for the Electric Power Grid, Report Meta-R-324, Metatech Corp., January 2010.

33. Protection of High Voltage Power Network Control Electronics Against Intentional Electromagnetic Interference (IEMI), Report CIGRE Working Group C4.206, November 2014.

34. IEC TR 61000-1-3 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-3: General – The effects of high-altitude EMP (HEMP) on civil equipment and systems.

35. IEC 61000-2-9 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 9: Description of HEMP environment – Radiated disturbance. Basic EMC publication.

36. IEC 61000-2-10 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-10: Environment – Description of HEMP environment – Conducted disturbance.

37. IEC 61000-2-11 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-11: Environment – Classification of HEMP environments.

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"

38. IEC 61000-2-13 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-13: Environment – High-power electromagnetic (HPEM) environments – Radiated and conducted.

39. IEC/TR 61000-5-3 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5-3: Installation and mitigation guidelines – HEMP protection concepts.

40. IEC/TS 61000-5-4 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 4: Immunity to HEMP – Specifications for protective devices against HEMP radiated disturbance. Basic EMC Publication.

41. IEC 61000-5-5 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines– Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication.

42. IEEE P1642 Recommended Practice for Protecting Public Accessible Computer Systems from Intentional EMI.

43. Topic SEC-2011.2.2-2 Protection of Critical Infrastructure (structures, platforms and networks) against Electromagnetic (High Power Microwave (HPM)) Attacks, European Commission Security Research Program, 2010.

44. MIL-STD-188-125-1. High-Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Protection for Ground-Based C^4I Facilities Performing Critical Time-Urgent Missions, Department of Defense, 1994.

45. MIL-STD-461E. Requirements for the Control of Electromagnetic Interference Characteristics of Subsystems and Equipment, Department of Defense, 1993.

46. MIL-STD-464C. Electromagnetic Environmental Effects Requirements for Systems, Department of Defense, 1997.

47. MIL-STD-2169B. High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Environment, Department of Defense, 1993.

48. MIL-Hdbk-423. Military Handbook: High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Protection for Fixed and Transportable Ground-Based C41 Facilities, Vol. 1: Fixed Facilities Department of Defense, 1993.

49. High Altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Testing, Test Operations Procedure 01-2-620, U. S. Army Test and Evaluation Command, 2011.

50. Гуревич В.И. Повышение устойчивости энергосистем к преднамеренным электромагнитным деструктивным воздействиям – актуальная задача современности. М.: Энергоэксперт, 2015 (Gurevič V.I. Povyšenie ustojčivosti ènergosistem k prednamerennym èlektromagnitnym destruktivnym vozdejstviâm – aktual'naâ zadača sovremennosti. M.: Ènergoèkspert, 2015).

Транслитерация по ISO 9:1995

International Publishing House for scientific periodicals "Space"

Международный издательский дом научной периодики "Спейс"