

## Литература

1. Материалы совместного заседания Совета Безопасности Российской Федерации и президиума Государственного совета Российской Федерации «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения страны от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений» (протокол от 13 ноября 2003 г. № 4).

2. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.08.2020 № 1225 «Об утверждении Правил разработки критериев отнесения объектов всех форм собственности к критически важным объектам».

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.06.2021 № 981 «Об утверждении Правил формирования и утверждения перечня критически важных объектов».

## Сведения об авторе

*Глебов Владимир Юрьевич*, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского центра, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ул. Давыдовская, д. 7, т. раб. 233-25-47, доб. 175, e-mail: 12otdel@mail.ru.

УДК 658

DOI: 10.36535/0869-4179-2021-05-7

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЕЭС РОССИИ В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Кандидат эконом. наук *Е.П. Грабчак***

**Департамент оперативного контроля и управления в электроэнергетике  
Минэнерго России**

**Доктор эконом. наук *Е.Л. Логинов***

**Международный научно-исследовательский институт проблем  
управления (МНИИПУ)**

**Кандидат физ.-мат. наук *М.А. Шурупов***

**Объединенный институт высоких температур Российской академии наук  
(ОИВТ РАН)**

*Работа посвящена обеспечению надежности и безопасности работы объектов электроэнергетики в условиях электромагнитных воздействий природного, техногенного и преднамеренного техногенного, в т.ч. скрытого характера, способствующих формирова-*

нию чрезвычайных ситуаций. Рассматриваются мероприятия по этой проблеме, включенные в проект «Стратегии обеспечения безопасности Единой энергетической системы России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий». Для комплексного повышения устойчивости электроэнергетической системы в масштабах страны предлагается решать, как локальные задачи защиты оборудования от внешнего воздействия, так и глобальную задачу стойкости топологии сети к масштабным воздействиям или множеству локальных событий.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, чрезвычайная ситуация, надежность, безопасность, информационно-управляющие системы, геомагнитные бури, возмущения магнитного поля, электромагнитная защищенность.

## ENSURING THE SAFETY OF THE UES OF RUSSIA IN CONDITIONS OF NATURAL AND ARTIFICIAL ELECTROMAGNETIC INFLUENCES: STRATEGIC APPROACHES TO RISK-BASED MANAGEMENT

**Ph.D. (Econ.) E.P. Grabchak**

**Department for Operational Control and Management in the Electric Power Industry of the Ministry of Energy of Russia**

**Dr. (Econ.) E.L. Loginov**

**Institute for Advanced Systems (IRIAS)**

**Ph.D. (Phys.-Mat.) M.A. Shurupov**

**Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences (JIHT RAS)**

*The article is devoted to ensuring the reliability and safety of operation of electric power facilities in conditions of electromagnetic influences of natural, man-made and deliberate man-made, incl. hidden nature, contributing to the formation of emergency situations. Measures on this problem, included in the draft "Strategies for ensuring the safety of the Unified Energy System of Russia in the conditions of natural and artificial electromagnetic influences" are considered. For a comprehensive increase in the stability of the electric power system on a national scale, it is proposed to solve both the local problems of protecting equipment from external influences, and the global problem of the network topology resistance to large-scale influences or a multitude of local events.*

**Keywords:** electric power industry, emergency situation, reliability, safety, information and control systems, geomagnetic storms, magnetic field disturbances, electromagnetic protection.

### Введение

Для реализации перехода электроэнергетической отрасли РФ на комплексную модель риск-ориентированного управления одним из ключевых аспектов является минимизация рисков. Методы риск-анализа существенным образом зависят от полноты и достоверности исходной информации о событиях и вызываемых ими ущербах, а также от ожидаемой эффективности мероприятий по снижению рисков чрезвычайных ситуаций. Входными данными для риск-анализа являются вероятность возникновения нежелательного события и его экономические или социальные последствия.

Применительно к Единой энергетической системе (ЕЭС) это выражается в вероятности возникновения локальных и системных сбоев и их последствий как с точки зрения

повреждения оборудования самого комплекса, так и рисков невыдачи мощности особо важным потребителям электроэнергии [1]. Таким образом, минимизация рисков может быть достигнута повышением общей устойчивости электроэнергетической системы к естественным, техногенным и несанкционированным воздействиям различной природы [2].

Для комплексного повышения устойчивости электроэнергетической системы в масштабах страны необходимо решать, как локальные задачи защиты оборудования от внешнего воздействия, так и глобальную задачу стойкости топологии сети к масштабным воздействиям или множеству локальных событий [3].

### **Проект Стратегии обеспечения безопасности Единой энергетической системы России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий**

Современные электроэнергетические системы промышленно развитых государств являются критическими инфраструктурами, уязвимыми к природным и техногенным воздействиям, способствующих формированию чрезвычайных ситуаций. Наибольший ущерб способны нанести крупные системные аварии, приводящие к длительному прекращению электроснабжения на больших территориях, поскольку от этого зависит функционирование многих других секторов государственной инфраструктуры, таких как производственный, перерабатывающий, информационный (системы связи и телекоммуникаций), банковско-финансовый, транспортный, социальный и др. Косвенный ущерб от перерывов поставки электроэнергии в этом случае может существенно превышать прямой и значительно превосходить ущерб, наносимый, например, в результате крупных стихийных бедствий. Поэтому предотвращение поражения систем электроснабжения является весьма актуальной и в тоже время непростой задачей предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Для решения вышеописанных проблем Минэнерго России совместно с Объединенным институтом высоких температур РАН разработан проект Стратегии обеспечения безопасности Единой энергетической системы России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий (программа).

В связи с имеющимися правительственными поручениями предполагается разработка ФОИВ и госкорпорациями аналогичных стратегий для других отраслей и технологических комплексов России.

Предлагаемая Стратегия (программа) основной целью ставит поэтапное существенное увеличение безопасности Единой энергетической системы России подверженной электромагнитным воздействиям природного и техногенного характера.

В рамках выполнения Стратегии (программы) предполагается решить, как задачи обеспечения локальной безопасности электрооборудования и участков распределительной сети и генерации к возможным локальным событиям и внешним электромагнитным воздействиям, в том числе преднамеренного характера, так и общую безопасность топологии сети к глобальным электромагнитным воздействиям и каскадам отключений вследствие множества локальных событий.

### **Цель и задачи Стратегии обеспечения безопасности Единой энергетической системы России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий**

Оборудование, чей отказ представляет наибольшую опасность для энергетики РФ:

#### **1. Генерирующее электрооборудование**

Все новые мощные газовые турбины иностранного производства с собственной системой автоматического управления, которая может легко управляться извне. Кроме то-

го, управление старыми паровыми турбинами и гидротурбинами также автоматизировано с применением иностранных средств АСУ. Нет коммутационных аппаратов производства РФ на мощности свыше 400 МВт.

## 2. Распределительное и сетевое электрооборудование

Современное распределительное оборудование (трансформаторы, выключатели, КРУЭ и т.д.), в основном, иностранного производства, особенно для высоких классов напряжения. Кроме того, системы релейной защиты и автоматики (РЗА) на распределительных устройствах также иностранного производства. Нет коммутационных аппаратов производства РФ на токи свыше 40 кА (110 кВ и выше).

## 3. Серверное оборудование для диспетчерского контроля, сервисное программное обеспечение, вспомогательные контроллеры и маршрутизаторы – иностранного производства и принципиально уязвимы для кибератак.

Предлагаемая программа основной целью ставит поэтапное существенное увеличение безопасности Единой энергетической системы России подверженной электромагнитным воздействиям природного, техногенного и преднамеренного техногенного, в т.ч. скрытого характера.

### Задачи Программы

1. Обеспечение молниезащиты объектов электроэнергетической системы в условиях цифровой трансформации.

2. Повышение стойкости электронной инфраструктуры электроэнергетической системы к электромагнитным воздействиям преднамеренного (искусственного) характера.

3. Разработка методов и средств защиты объектов электроэнергетики от токов короткого замыкания, вызванных естественными и искусственными электромагнитными воздействиями.

4. Обеспечение взрывобезопасности высоковольтного маслонаполненного электроэнергетического оборудования в условиях воздействий естественного и искусственного характера.

5. Нарботка научно-технического обеспечения глобальных исследований влияния геоиндуцированных токов вызванных магнитными бурями, на надёжность Единой энергетической системы России

## **Структура Стратегии обеспечения безопасности Единой энергетической системы России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий**

Структурно программа разделена на два основных этапа. Первый этап посвящен в первую очередь конвертации с выполнением пилотных проектов существующих и близких к завершению наработок и технологий в серийную продукцию, в то время как на втором этапе предполагается решение задач устойчивости Единой энергетической системы России к масштабным внешним воздействиям.

В рамках первого этапа предлагается сконцентрироваться в первую очередь на конвертации существующего научно-технического задела и практических разработок в серийно выпускаемую промышленную продукцию и нормативную документацию.

В настоящее время с конвертацией технологий, научных и опытных разработок в реальную применяемую серийную продукцию в нашей стране существуют определенные сложности [4].

Поэтому к задачам первого этапа следует отнести в первую очередь те технические решения и научные заделы, которые имеют потенциал выхода на практическое применение.

ние (нормы, технологии, серийное оборудование и т.д.) в краткосрочной и среднесрочной перспективе [5]. Такие задачи требуют минимальных материальных и временных затрат для доведения их решений до серийных образцов и нормативов, пригодных к практическому применению. Кроме того, в рамках первого этапа необходимо осуществить подготовку ко второму этапу программы, в первую очередь в плане наработки необходимого объема первичных данных для обоснования проведения и уточнения постановки конкретных мероприятий на втором этапе программы.

Выполнение второго этапа программы предполагает тщательное исследование безопасности топологии энергосети РФ в условиях глобальных внешних воздействий приводящих к каскадным отключениям в следствие локальных событий или воздействий. К глобальным воздействиям на электроэнергетическую систему страны можно отнести события космической погоды, ЭМИ высотного ядерного взрыва и возникающие при этом геоиндуцированные токи. В рамках выполнения второго этапа предлагаемой программы возможно проведения полномасштабных модельных экспериментов с целью экспериментального определения возможного уровня угроз при различных событиях в верхних слоях атмосферы без рассмотрения ЭМИ высотного ядерного взрыва. В подобных экспериментах существует возможность получить бесценные данные о влиянии глобальных возмущений в магнитосфере земли на протяженные объекты электроэнергетической системы современного государства Россия.

### **Заключение**

Для комплексного повышения устойчивости энергетических объектов в регионах России в условиях естественных и искусственных электромагнитных воздействий для предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо решать, как локальные задачи защиты оборудования от внешнего искусственного электромагнитного воздействия, так и глобальную задачу стойкости топологии сети к масштабным электромагнитным воздействиям или множеству аналогичных, но локальных событий явного и латентного характера.

### **Литература**

1. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Противодействие угрозам воздействия электромагнитного импульса: стратегические подходы к защите критической энергетической инфраструктуры в США // Вестник Российского нового университета. Серия: сложные системы: модели, анализ и управление. - 2021, С.74-84.
2. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Комплексные подходы к защите систем автоматики и информационных сетей сложных энергетических объектов от естественных или искусственных электромагнитных воздействий критического характера // Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность–2020): материалы II Международной научно-практической конференции. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет. - 2020. С.8-10.
3. Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Проблемы защиты информационных систем и систем автоматического и автоматизированного управления в электроэнергетике от космических и воздушных средств создания сигналов помех и воздействия ЭМИ // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции. - Кемерово: Кузбасский государственный технический университет - 2020. С. 307-1-307-3.
4. Грабчак Е.П., Григорьев В.В., Логинов Е.Л. Поддержание работы управляющих систем энергетической инфраструктуры в условиях воздействий электромагнитного импульса природного или техногенного происхождения // Новые информационные технологии и системы. Сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Пензенский государственный университет. - 2020. С. 3-5.

5. Шурупов А.В., Козлов А.В., Гусев А.Н., Завалова В.Е., Шурупов М.А., Базелян Э.М. Мобильный испытательный комплекс на основе взрывомагнитного генератора для задач повышения молниезащиты объектов электроэнергетики // – Сборник статей Инновационные технические решения в программе НИОКР «ФСК ЕЭС». М. - 2016. Изд. АО «НТЦ ФСК ЕЭС», С. 244-253.

#### **Сведения об авторах**

**Гребчак Евгений Петрович**, заместитель Министра энергетики Российской Федерации, 107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, дом 42, 8(495) 631-90-43, E-mail: Grabchak.eugene@gmail.com

**Логинов Евгений Леонидович**, профессор РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, начальник службы Ситуационно-аналитического центра Минэнерго России, 107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, дом 42, 8(903) 100-78-24, E-mail: evgenloginov@gmail.com

**Шурупов Михаил Алексеевич**, старший научный сотрудник Лаборатории "Мощных электромагнитных воздействий" Объединенного института высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН), 125412, Москва, ул. Ижорская 13, корпус К-1Б-3, 8(926)391-32-65, E-mail: m.a.shurupov@mail.ru