

УДК 004.021:004.75

МОНИТОРИНГ РАБОТЫ ЕЭС РОССИИ В УСЛОВИЯХ УГРОЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА



Е.П. Грабчак

Старший научный сотрудник
Объединенного института высоких температур РАН, кандидат
экономических наук
Grabchak.eugene@gmail.com



Е.Л. Логинов

Начальник экспертно-аналитической
службы Ситуационно-аналитического
центра Минэнерго России, доктор
экономических наук, профессор РАН
loginovel@mail.ru

Е.П. Грабчак

Окончил Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет). Область научных интересов связана с управлением развитием сложных технических систем в энергетике России, в т.ч. в условиях чрезвычайных ситуаций и в особый период.

Е.Л. Логинов

Окончил Кубанский государственный технический университет. Дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреат премии Правительства РФ в области образования. Область научных интересов связана с исследованием проблем информационной безопасности в энергетике.

Аннотация. Рассмотрены проблемы внедрения автоматизированной системы мониторинга работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях электромагнитных и иных атак.

Предлагается в условиях выхода ситуации за пределы контролируемых режимов управления переход к работе управляющих элементов построенных на основе «жесткой логики». Структурирование по контурам управления позволяет в случае атаки эффективно отработать нормализацию управляющих транзакций как в отношении самих информационно-управляющих систем, так и в отношении сегментов суперсистемы, которым они управляют.

Ключевые слова: энергетика, информационная система, мониторинг, электромагнитные импульсы.

Введение. В настоящее время интеллектуальные технологии интенсивно внедряются непосредственно в автоматизацию основных функциональной деятельности в Единой энергетической системе (ЕЭС России) как суперсистеме [1].

При автоматизации управления сложными процессами работы элементов энергетической суперсистемы эффективным инструментом являются цифровые «двойники» физических элементов и функциональных процессов как инструментов поддержки принятия решений.

Особого внимания заслуживает все более широкое использование цифровой топологии как основы цифрового мониторинга и интеллектуального управления в рамках единой цифровой модели ЕЭС России как суперсистемы при генерации и передаче электроэнергии [2].

При этом, цифровые элементы информационно-управляющих систем расширяют спектр их возможных уязвимостей в условиях воздействия электромагнитными

импульсами (ЭМИ) природного и техногенного характера, в т.ч. электромагнитных атак.

Подходы к поддержанию живучести информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях ЭМИ-воздействия. С дальнейшей интеллектуализацией (на основе цифровизации) и функционированием сверхбольших энергетических систем и отдельных критически важных систем особую значимость приобретает угроза целевых атак с использованием ЭМИ на информационно-управляющие системы. Эти атаки могут быть реализованы в условиях критической природной электромагнитной активности.

Центральным ядром всей системы является информационный комплекс, который реализует обеспечение согласованности действий в условиях штатной работы и в аварийных условиях в отношении генерирующих объектов, сетевого хозяйства и иных инфраструктурных активов, обеспечение селективности коммуникаций и реализацию обратной связи.

Автоматизация управления сложными процессами штатной работы элементов суперсистемы на основе цифровой топологии как основы цифрового мониторинга и интеллектуального управления в рамках единой цифровой модели реализуется за счет сбора и обработки данных о выявленных параметрах работы информационно-управляющих систем. Это особенно важно для их сопоставления с прогнозными данными, что позволяет реализовать обратную связь, контроль и уточнение расчетов по прогнозированию уровня устойчивости работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях возможного (будущего) ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера, в т.ч. электромагнитных атак, путем сравнения фактических данных с прогнозируемыми.

Также развитие методов автоматизации оценки состояния и работы функциональных элементов ЕЭС России с помощью сетевого мониторинга и анализа позволит уйти от устаревших осмотровых методов, не лишенных недостатка влияния человеческого фактора, заложенных в большинстве российских стандартов и создать надежный задел для решения проблем безопасности в рамках отечественных и международных стандартов.

Поставленная цель поддержания живучести информационно-управляющих систем в ЕЭС России достигается разработкой принципиально новой технологии использования нейросети как основы цифрового мониторинга и интеллектуального управления в рамках единой цифровой модели ЕЭС России за счет создания единой цифровой модели и получения данных от интеллектуальных мониторинговых сервисов для оптимизации управленческих параметров цифровой поддержки режимов управления с переходом при необходимости к работе управляющих элементов построенных на основе «жесткой логики».

Структура энергетической суперсистемы включает сложноструктурированные группы кластеров в ЕЭС России и их информационно-управляющих систем, которые являются потенциальными целями ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера, в т.ч. электромагнитных атак. И, если в обычных условиях функционирования энергетической суперсистемы критические электромагнитные воздействия, например, природного характера, позволяют быстро восстановить энергоснабжение потребителей, то в особо тяжелых условиях (в особый период) атаки подобного рода будут иметь только одну цель – нарушить или прекратить совсем функционирование данной энергетической системы или данного хозяйствующего субъекта (энергетического) без применения обычных вооружений.

Удачным примером приложения предлагаемой технологии являются сервисы анализа в рамках систем безопасности (с использованием нейросети), которые основаны на методе выявления аномального функционирования в зашифрованном трафике без его дешифровки, на основе обработки статистических данных запросов и ответов.

Рассмотренные угрозы информационной безопасности, влияющие на устойчивость работы кластеров в ЕЭС России позволяют сформулировать направления повышения надежности и оперативных резервов производственных мощностей для систем энергоснабжения в условиях возможных аварийных явлений вследствие критических электромагнитных воздействий природного характера и целенаправленных электромагнитных атак.

Основные трудности в обеспечении надежной работы сегмента энергетической суперсистемы, например, кластеров в ЕЭС России в условиях электромагнитных атак как угроз синхронным процессам работы элементов суперсистемы связаны с недостаточной эффективностью средств мониторинга и анализа процессов работы элементов суперсистемы и, в связи с этим, затруднениями при выявлении и идентификации умышленной атаки для определения необходимого момента выдачи команды сегменту суперсистемы для перехода к работе элементов построенных на основе «жесткой логики».

Описание работы предлагаемой системы. Предлагается реализовать расширенный спектр мониторинга и анализа соответствия процессов работы элементов суперсистемы устоявшимся процессам функционирования (например, библиотеке допустимых управленческих транзакций) в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера. Необходимо обеспечение поддержания работы сложных энергетических систем в условиях деструктивных ЭМИ-воздействий случайного, умышленного и неопределенного характера всеми подсистемами управленческого процесса.

Развитие современных компьютерных технологий, расширение возможностей программного обеспечения, оптимизация архитектуры аппаратных вычислительных средств, повышение чувствительности мониторинговых сервисов, интеграция различных вычислительных платформ в системы поддержки принятия решений в ЕЭС России позволяет осуществлять управление сложными процессами штатной работы элементов суперсистемы в интерактивном процессе реального времени.

При этом разработка технологии улучшения управления в условиях получения искаженного командного сигнала с учетом семантических особенностей распознавания алгоритмических команд при управлении элементами ЕЭС России является хотя и сложной, но решаемой практической задачей [3].

Решение этой задачи позволит расширить характеристики средств шумоочистки для существенного улучшения процессов анализа причин получения искаженных командных сигналов в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера, в т.ч. для выявления и идентификации электромагнитных атак с учетом семантических особенностей распознавания алгоритмических команд при мониторинге работы элементов ЕЭС России.

Мониторинг работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях электромагнитных атак. Современная автоматизированная система мониторинга работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера, в т.ч. электромагнитных атак, должна реализовывать следующие основные функции:

- сбор данных, содержащих управленческие параметры контролируемого процесса состояния элементов суперсистемы;
- обработку текущих параметров с помощью различных математических моделей;
- анализ результатов обработки, моделирование и выдача прогноза уровня устойчивости работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях ЭМИ-воздействия, выявление самих атак и идентификация источников электромагнитных атак (распознавание категории умышленного или неумышленного электромагнитного воздействия с определением оборудования (характеристики генератора ЭМИ), которое было использовано для атаки);

– отображение и представление в систему планирования и управления контролируемых параметров для определения необходимости выдачи или невыдачи команды по переходу к работе элементов построенных на основе «жесткой логики», а также прогнозу устойчивости работы элементов суперсистемы в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера, в т.ч. электромагнитных атак, для определения возможности возвращения работы информационно-управляющих систем в штатные режимы [4; 5].

В системе должно быть реализовано сочетание различных видов цифрового мониторинга работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера и математических подходов к их обработке и анализу результатов для оптимизации режимов управления с переходом или не переходом к работе управляющих элементов построенных на основе «жесткой логики» применительно к различным видам атак и аварийных ситуаций.

По заданным показателям влияния параметров атаки на индекс работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России оценивается вероятность появления сбоев.

В результате сбора и обработки информации от мониторинговых сервисов выявления аномальных ситуаций, вследствие которых могут возникнуть аварийные ситуации, процедура выявляет аварийные ситуации, вызванные нарушениями вследствие ЭМИ-воздействий. Процедура устанавливает причины их появления и оценивает вероятность выхода ситуации за пределы контролируемых режимов управления с переходом к работе управляющих элементов построенных на основе «жесткой логики».

Структурирование по контурам управления позволяет в случае атаки эффективно отработать нормализацию управляющих транзакций как в отношении самих информационно-управляющих систем, так и в отношении сегментов суперсистемы, которым они управляют.

Для дальнейшего развития системы необходимо решить следующие основные задачи, успешное решение которых наиболее востребовано:

– разработать автоматизированную командную информационно-управляющую систему на основе технологии распознавания и синтеза данных при получении алгоритмических команд для управления элементами суперсистемы в отношении ЕЭС России;

– разработать автоматизированную систему на основе технологии идентификации аутентичности источника управляющих команд по группе параметров, которые определяются нейросетевыми методами, для обеспечения безопасности работы ЕЭС России;

– разработать систему распознавания разноскоростной передачи командных сообщений на базе технологии распознавания и синтеза алгоритмических команд при управлении элементами суперсистемы в отношении ЕЭС России;

– разработать систему командной верификации для управления элементами суперсистемы.

Заключение. Внедрение автоматизированной информационной системы мониторинга работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России позволяет оперативно выявлять отклонения в параметрах работы как в отношении самих информационно-управляющих систем, так и в отношении сегментов суперсистемы, которым они управляют. На основании анализа процессов работы элементов суперсистемы, описанных в математической модели автоматической системы мониторинга работы информационно-управляющих систем в ЕЭС России в условиях ЭМИ-воздействия природного и техногенного характера система [вычислительный блок с программными сервисами] должна позволять идентифицировать способ и характеристики

атаки, включая удаленность и направление расположения оборудования, использованного для атаки, для принятия ответных мер со стороны структур, отвечающих за охрану и оборону таких объектов.

Список литературы

[1] Агеев А.И., Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Использование искусственного интеллекта при реализации командования войсками и управления гражданскими объектами как единым гибридным полем боя // Нейрокомпьютеры и их применение. Тезисы докладов XX Всероссийской научной конференции. – М.: МГППУ, 2022. С. 31-33.

[2] Агеев А.И., Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Smart-коллапс в цифровой энергетике будущего: угрозы глобального обрушения информационных систем управления в условиях возможной самоорганизованной информационной блокады // Энергетик. 2020. № 6. С. 10-14.

[3] Бинько Г.Ф., Грабчак Е.П., Купчиков Т.В., Логинов Е.Л., Миляев Р.Г., Сацук Е.И., Черезов А.В., Шаров Ю.В. Использование искусственного интеллекта и технологии BIG DATA при формировании цифровой модели отраслевой суперсистемы для управления кластерами электро- и теплоэнергетических объектов // Известия НТЦ Единой энергетической системы. 2020. № 1 (82). С. 6-18.

[4] 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.

[5] Грабчак Е.П., Логинов Е.Л. Угрозы работе информационно-управляющих систем в энергетике России в условиях трансформации технологий и средств воздушно-космического нападения развитых государств // VI-технологии и корпоративные информационные системы в оптимизации бизнес-процессов. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: УГЭУ, 2021. С. 64-66.

Авторский вклад

Грабчак Евгений Петрович – руководство исследованием по мониторингу работы ЕЭС России в условиях электромагнитных атак.

Логинов Евгений Леонидович – постановка задачи исследования, описание работы системы.

MONITORING THE OPERATION OF THE UES OF RUSSIA UNDER THREATS OF INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC PULSES OF NATURAL AND TECHNOGENIC CHARACTER

E.P. Grabchak

*Senior Researcher at the Joint Institute of High Temperatures of the Russian Academy of Sciences,
Candidate of Economic Sciences*

E.L. Loginov

*Head of the expert analytical service of the SAC
Ministry of Energy of Russia, Doctor of Economic
Sciences, Professor of the Russian Academy of
Sciences*

Abstract. The problems of implementing an automated monitoring system for the operation of information and control systems in the Unified Energy System of Russia under conditions of electromagnetic and other attacks are considered.

It is proposed that in conditions where the situation goes beyond the limits of controlled control modes, a transition to the operation of control elements built on the basis of “hard logic” is proposed. Structuring along control loops allows, in the event of an attack, to effectively work out the normalization of control transactions both in relation to the information management systems themselves and in relation to the segments of the supersystem that they control.

Keywords: energy, information system, monitoring, electromagnetic pulses.