

УДК 005.3

ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ, ВЫЗВАННЫХ АВАРИЯМИ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**Зотов Евгений Игоревич**

Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся конкретные примеры крупных аварий, учитывая не только непосредственные последствия, такие как отключение электроснабжения, но и косвенные — остановка предприятий, сбои в работе транспорта, нарушение жизнеобеспечения населения, экономический ущерб и даже социальные последствия, включая рост напряженности и панику. Рассматриваются проблемные вопросы аварийности в системе электроэнергетики Российской Федерации. Проводится анализ и порядок функционирования территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций субъекта Российской Федерации по выполнению задач при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Систематизированы факторы, влияющие на время реагирования подразделений единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Обозначены вопросы взаимодействия, роль и принципы использования резервных источников электроснабжения. Приведены примеры эффективного использования резервов на практике. Сформулирована актуальность исследования, выявляющая противоречие между растущей зависимостью современного общества от бесперебойного электроснабжения и существующими рисками масштабных аварий. Поставлены цель и задачи предстоящих исследований, связанных с повышением эффективности защиты населения при чрезвычайных ситуациях, связанных с авариями на объектах электроэнергетики, путем совершенствования технологий, организации работы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций субъекта Российской Федерации и систем предупреждения о возможных авариях.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, объект электроэнергетики, силы и средства, взаимодействие, обмен информацией

PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS IN THE FIELD OF PUBLIC PROTECTION IN EMERGENCY SITUATIONS CAUSED BY ACCIDENTS AT ELECTRIC POWER FACILITIES**Evgeniy I. Zotov**

Civil Defense Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russian Federation

ABSTRACT

The article provides specific examples of major accidents, taking into account not only the immediate consequences, such as power outages, but also indirect ones – shut-downs of enterprises, disruptions in transport, disruption of life support for the population, economic damage and even social consequences, including increased tension and panic. The problematic issues of accidents in the electric power system of the Russian Federation are considered. The analysis and the procedure for the functioning of the territorial subsystem of the Unified State System for the Prevention and Liquidation of Emergency situations of the subject of the Russian Federation for the fulfillment of tasks in the liquidation of emergency situations is carried out. The factors influencing the response time of the units of the Unified State System of Emergency Prevention and Response are systematized. The issues of interaction, the role and principles of using backup power supply sources are outlined. Examples of effective use of reserves in practice are given. The relevance of the study is formulated, revealing the contradiction between the growing dependence of modern society on uninterrupted power supply and the existing risks of large-scale accidents. The purpose and objectives of the upcoming studies related to improving the effectiveness of public protection in emergency situations related to accidents at electric power facilities by improving technologies, organizing the work of the Unified State Emergency Prevention and Response System of the subject of the Russian Federation and warning systems about possible accidents are set.

Keywords: emergency situation, an electric power facility, forces and means, interaction, information exchange

Важнейшим ресурсом сегодня является электричество. По данным статистики, количество отключений электроэнергии в некоторых регионах России в 2023 г., не связанных с плановым обслуживанием и модернизацией сетей, превысило 20 000 случаев. Это около 60 отключений каждый день. Общая протяженность электросетей в России достигает десятков и сотен тысяч километров. Авария на ключевом узле может привести к отключению электричества для конечных пользователей. Наиболее серьезной проблемой в области электроснабжения является блэкаут — массовое отключение электричества на большой территории с большим количеством потребителей.

Последствия нарушения подачи электроэнергии в города и промышленные центры являются опасными для здоровья и жизни людей, а также могут принести значительный материальный

ущерб. К примеру, авария в Москве в мае 2005 г. привела к огромным материальным потерям на сумму до 2 млрд руб., и это несмотря на окончание отопительного сезона. Множество предприятий в Московской и граничащими с ней областями были вынуждены остановить свою деятельность. Транспортная система столицы была парализована: метро, транспортные светофоры и бензоколонки не работали. Водопровод, теплоснабжение, канализация были парализованы из-за отсутствия электроэнергии. Городская жизнь была фактически остановлена [1].

Авария, произошедшая в январе 2024 г. на ТЭЦ-1 г. Пензы, оставила без теплоснабжения в условиях низких температур порядка 75 тыс. человек, зарегистрированных в более чем в 400 домах. Авария на теплотрассе от котельной ЗАО «КСПЗ» в Подольске Московской области,

произошедшая в январе 2024 г, оставила без отопления 173 дома.

Аварии на объектах электроэнергетики могут происходить по множеству причин, включая:

- перегрузку энергооборудования, превышающую допустимые параметры;

- неконтролируемый сброс нагрузки в электрической сети независимо от его продолжительности;

- дисбаланс мощностей генерации и потребления электроэнергии;

- неисправности в релейной защите и автоматике, отвечающих за предотвращение аварийных ситуаций;

- физический износ оборудования в процессе длительной эксплуатации;

- некорректное функционирование систем режимной и аварийной автоматики, вызванное проектными ошибками в монтаже и эксплуатации;

- недостаточную квалификацию обслуживающего персонала;

- низкое качество технического обслуживания, приводящее к отказам оборудования из-за коротких замыканий или повреждениям фарфоровых изоляторов;

- влияния природных явлений (ураганы, грозы, землетрясения и т. д.);

- производственные дефекты оборудования, которые могут вызывать механические повреждения, разрушения и потенциальные возгорания [2].

В целом выделяют стационарные и линейные объекты электроэнергетики. По различным причинам вероятность возникновения аварий на линиях электропередач (далее — ЛЭП) выше, чем на ином оборудовании, которое используется в электроэнергетике (рис. 1).



Рис. 1. Причины происшествий на ЛЭП

Fig. 1. Causes of power line accidents

Территориальные подсистемы РСЧС (далее — ТП РСЧС) успешно функционируют и выполняют задачи в пределах территории, на которой созданы, по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС), в том числе вызванных авариями и происшествиями на объектах электроэнергетики [3, 4].

При ЧС вследствие аварий на объектах электроэнергетики проводятся следующие мероприятия:

- отправка аварийно-восстановительной бригады муниципального образования в место вероятной ЧС;
- приведение в готовность резервной емкости воды;
- подготовка резервуаров для подвоза питьевой/технической воды;
- подготовка передвижных электростанций;
- подготовка (передвижных, стационарных, мобильных) отопительных пунктов;
- оповещение населения о угрозе возникновения ЧС;
- подготовка пунктов временного размещения.

Согласно Приказу [5] аварии в области электроэнергетики относят к техногенным ЧС на системах жизнеобеспечения по определенным критериям в зависимости от времени затраченного на ликвидацию ЧС и количества пострадавшего населения.

Основными мероприятиями звеньев ТП РСЧС при ЧС являются:

доведение сигналов оповещения до населения и руководителей объектов экономики, транспорта, энергетики и сельского хозяйства по заранее установленной схеме;

организация разведки местности; поддержание и обеспечение жизнедеятельности в районе аварии;

оценка обстановки для принятия решений по ликвидации последствий аварии координационным органом управления;

проведение эвакуации населения из зон ЧС;

организация и проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения из зон ЧС;

организация ликвидации последствий аварий и проведение аварийно-восстановительных работ;

организация медицинской помощи пострадавшим и эвакуация (при необходимости) в областные государственные бюджетные (автономные) учреждения здравоохранения;

организация взаимодействия между экстренными службами городских звеньев и органами управления;

организация временного обеспечения населения водой, теплом, газом и электроэнергией.

С целью выполнения задач по восстановлению функционирования объектов электроэнергетики создаются группы аварийно-восстановительных работ (рис. 2).



Рис. 2. Функциональные группы проведения аварийно-спасательных работ
Fig. 2. Functional groups of emergency rescue operations

Взаимодействие между: региональными штабами по обеспечению электроснабжения; территориальными органами Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее — ТО МЧС России); подразделениями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; органами исполнительной власти и местного самоуправления;

обеспечивается учреждениями и организациями сферы жилищно-коммунального хозяйства; учреждениями и организациями электроэнергетической сети; органами управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору; и др. [5].

Анализ проблем при реагировании на происшествия, связанные с авариями на объектах электроэнергетики, позволил сформулировать факторы, которые оказывают воздействие на время реагирования ТП РСЧС (рис. 3).

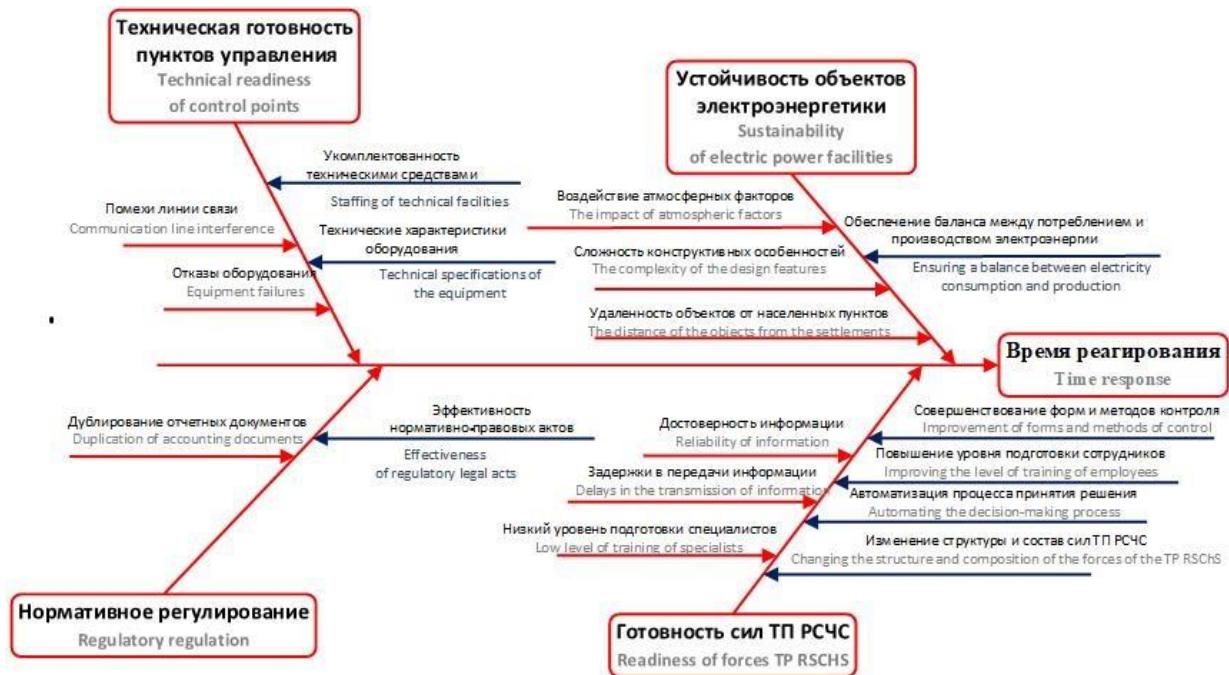


Рис. 3. Время реагирования и факторы, влияющие на него

Fig. 3. Response time and factors affecting it

Одним из путей повышения эффективности защиты населения является рациональное использование резервных источников питания, которые могут временно заменить основную сеть. Резервные источники электроснабжения (далее — РИСЭ) обеспечивают бесперебойное функционирование критически важных объектов инфраструктуры, систем водоснабжения, теплоснабжения, транспортных узлов, а также поддерживают жизнедеятельность населения. Эффективность защиты населения будет напрямую зависеть от количества, доступности и типа РИСЭ. Существуют несколько типов РИСЭ:

- дизельные и бензиновые генераторы;
- источники бесперебойного питания;
- аккумуляторные системы накопления энергии;
- возобновляемые источники энергии.

Количество РИСЭ напрямую влияет на возможность оперативного распределения ресурсов. Важно, чтобы объекты критической инфраструктуры имели не

один, а несколько уровней резервного электроснабжения. Это увеличит устойчивость данных объектов в случае затянувшихся аварий и повысит шанс на своевременное восстановление услуг для населения.

Возможно использование гибридных систем резервирования. Использование нескольких типов РИСЭ, например, сочетание дизельных генераторов с аккумуляторными системами или возобновляемыми источниками значительно повысит эффективность защиты населения. Такие гибридные системы могут обеспечить бесперебойное электроснабжение в разных условиях как в краткосрочной так и долгосрочной перспективе. Например, источники бесперебойного питания могут мгновенно покрыть кратковременное отключение, а дизельные генераторы вступят в действие для обеспечения питания на длительный срок.

Ярким примером эффективного использования РИСЭ является ликвидация ЧС в 2015 г. на территории Томской области, когда в результате аварийного отключения на магистральной линии электро-

передач, идущей от Нижневартовской ГРЭС, остались без света порядка 45 тыс. человек. В результате слаженных действий всех служб региона и принятого решения губернатора использовать все резервные мощности (РИСЭ были рационально распределены между социальными объектами для восстановления функционирования школ, поликлиник, больниц и котельных) удалось не допустить остывания зданий, разморозки труб и гибели среди населения.

Также немаловажным является соблюдение принципов рационального распределения резервов:

- принципа приоритизации;
- принципа минимальной достаточности;
- принципа территориальной доступности;
- принципа оптимального использования ресурсов;
- принципа своевременности.

Актуальность прикладной задачи определяется необходимостью разрешения следующего противоречия:

с одной стороны, реализация инженерно-технических мероприятий поз-

$$T = \max (T(I^1), T(I^2) \dots, T(I^k)) \xrightarrow{I^1, I^2, \dots, I^k} \min; k = \overline{1, K}, \quad (1)$$

где I^1, I^2, \dots, I^k – очередность выполнения задач всеми группами, образующими вариант распределения;

K – количество оперативных групп;

$$\bigcap_{k=1}^K I^k = \emptyset \quad (2)$$

$$\bigcup_{k=1}^K I^k = H = \{h_0, h_1, h_2, \dots, h_N\} \quad (3)$$

$$H = \{h_i\},$$

$i = \overline{0, N}$ – множество мест возникновения аварий на объектах электроэнергетики;

волит повысить эффективность защищенности населения при ЧС, вызванных авариями на объектах электроэнергетики, с другой стороны, проведение этих мероприятий требует значительных финансовых и материальных ресурсов.

Необходимо рационально распределять имеющиеся силы и средства ТП РСЧС без привлечения дополнительных денежных средств, времени и ресурсов.

Для решения данной задачи выдвинута следующая научная гипотеза: повысить эффективность защиты населения возможно обоснованием рационального распределения группировки ТП РСЧС для проведения мероприятий при чрезвычайных ситуациях, вызванных нарушением работы систем электроэнергетики.

Показателем эффективности является время ликвидации ЧС. Необходимо установить совокупность допустимых вариантов последовательности выполнения работ различными подразделениями таким образом, чтобы минимизировать общее время, затрачиваемое на восстановление функционирования объекта электроэнергетики, которое можно представить в следующем виде:

h_0 – место постоянной дислокации оперативной группы.

Тогда цель предстоящего исследования может быть обозначена в следующем виде: повышение эффективности проведения инженерно-технических мероприятий при ЧС, вызванных нарушением работы систем электроэнергетики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковалев, Г. Проблемы электроснабжения крупных городов и мегаполисов // Энергоэлектроника. Передача и распределение. 2011. № 1–4 (4). С. 64–70.
2. Об утверждении Правил расследования причин аварий в электроэнергетике : постановление Правительства Российской Федерации от 28 октября 2009 г. № 846 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902182516?marker=6560Ю> (дата обращения: 21.09.2024).

3. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций : постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901884206> (дата обращения: 21.09.2024).
4. Очередыко М. В., Зотов Е. И., Усачева Т. В. Анализ функционирования территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Мурманской области при реагировании на чрезвычайные ситуации, связанные с авариями на объектах энергоснабжения. Совершенствование Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и системы мероприятий гражданской обороны Российской Федерации на современном этапе : сб. тр. XXXIII Междунар. науч.-практ. конф. : в 2-х частях. Химки, 1 марта 2023 г. Химки : Академия гражданской защиты МЧС России, 2023. Часть 1. С. 55–61.
5. Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера : приказ МЧС России от 5 июля 2021 г. № 429 (с изм. от 10 января 2010 г.) // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608475690> (дата обращения: 21.09.2024).
6. Скопинцев В. А. Промышленная безопасность объектов электроэнергетики // Электричество. 2015. № 7. С. 32–36.
7. Об электроэнергетике : Федер. закон от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ : принят Государственной Думой 21 февраля 2003 г. : одобрен Советом Федерации 12 марта 2003 г. // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901856089> (дата обращения: 21.09.2024).
8. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. № 757, от 12 июля 2018 г. № 548 : приказ Министерства энергетики РФ от 4 октября 2022 г. № 1070 // ГАРАНТ.РУ : информационный интернет-портал. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405785259/> (дата обращения: 21.09.2024).

REFERENCES

1. Kovalev G. Problems of power supply of large cities and megacities // Electric power. Transmission and distribution. 2011; 1-4(4): 64–70. (rus).
2. Resolution of the Government of the Russian Federation dated October 28, 2009 No. 846 "On Approval of the Rules for investigating the causes of accidents in the electric power industry". URL: <https://docs.cntd.ru/document/902182516> (accessed 09/21/2024). (rus).
3. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 794-PP dated December 30, 2003 "On the Unified State System for the Prevention and Liquidation of Emergency Situations". URL: <https://docs.cntd.ru/document/901884206> (accessed 09/21/2024). (rus).
4. Queue M.V., Zotov E.I., Usacheva T.V. Analysis of the functioning of the territorial subsystem of the unified state emergency prevention and response system of the Murmansk region in responding to emergencies related to accidents at power supply facilities. Improvement of the Unified State System of Emergency Prevention and Response and the system of civil defense measures of the Russian Federation at the present stage: Proceedings of the XXXIII International Scientific and Practical Conference. In 2 parts, Khimki, March 01, 2023. Volume Part 1. Khimki: Academy of Civil Protection of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters named after Lieutenant General D.I. Mikhaylik, 2023; 55–61. (rus).
5. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia dated July 05, 2021 No. 429 "On establishing criteria for information on natural and man-made emergencies". URL: <https://docs.cntd.ru/document/608475690> (accessed 09/21/2024). (rus).
6. Skopintsev V. A., Industrial safety of electric power facilities // Electricity. 2015; 7: 32–36. (rus).
7. Federal Law No. 35-FZ of March 26, 2003 "On Electric Power Industry". – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901856089> (accessed 09/21/2024). (rus).
8. Order of the Ministry of Energy of the Russian Federation No. 1070 dated October 04, 2022 "On Approval of the Rules for the Technical Operation of Electric Power Plants and Networks of the Russian Federation and on Amendments to Orders of the Ministry of Energy of the Russian Federation No. 757 dated September 13, 2018, No. 548 dated July 12, 2018". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405785259/> (accessed 09/21/2024). (rus).

Информация об авторах

Зотов Евгений Игоревич, адъюнкт, Академия гражданской защиты МЧС России, Россия, 141435, Московская область, г. Химки, ул. Соколовская стр.1 А; РИНЦ ID: 1194932
e-mail: evgeniy_zotov_2014@mail.ru

Information about the authors

Evgeny I. Zotov, Adjunct, Academy of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Sokolovskaya str., 1A, Moscow region, Khimki, 141435, Russian Federation; RSCI ID: 1194932
e-mail: evgeniy_zotov_2014@mail.ru