

Научная статья
УДК 614.8, 005.3
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.93.006

ВИДЫ И СПОСОБЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Евгений Игоревич Зотов

Владимир Андреевич Горохов

Дмитрий Иванович Иванченко

Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия

Автор ответственный за переписку: Евгений Игоревич Зотов, e.zotov@agz.50.mchs.gov.ru

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу резервирования систем жизнеобеспечения на объектах электроэнергетики, где отказы оборудования могут иметь катастрофические последствия. Современные электростанции, подстанции и другие энергетические объекты представляют собой сложные технологические комплексы, бесперебойная работа которых критически важна не только для производства электроэнергии, но и для обеспечения безопасности персонала и окружающей среды. Особое внимание уделяется анализу актуальных угроз и рисков, связанных с отключением электроэнергии, а также методам обеспечения бесперебойного функционирования критически важных систем, таких как системы снабжения водой, вентиляции и отопления. Обсуждаются технологии резервирования, включая использование альтернативных источников энергии, системы автоматического управления и мониторинга, а также принципы организации аварийного реагирования. Выбор оптимального решения зависит от множества факторов, включая мощность, стоимость, надежность и экологические соображения. Для обеспечения автоматического переключения на резервные источники питания используются системы автоматического ввода резерва, которые должны быть настроены на быстрое и безошибочное реагирование на отключение основного источника. В результате проведенного анализа предлагаются рекомендации по повышению надежности и устойчивости систем жизнеобеспечения при чрезвычайных ситуациях, включая регулярное техническое обслуживание оборудования, внедрение современных технологий и совершенствование систем управления и мониторинга, а также проведение регулярных тренировок персонала по ликвидации аварий.

Ключевые слова: резервирование, системы жизнеобеспечения, аварии, электроэнергетика, альтернативные источники энергии, автоматическое управление, аварийное реагирование, надежность, устойчивость систем, безопасность объектов

Для цитирования: Зотов Е.И., Горохов В.А., Иванченко Д.И. Виды и способы резервирования систем жизнеобеспечения при авариях на объектах электроэнергетики // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 4 (35). С.50-54. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.93.006>

Original article

TYPES AND METHODS OF REDUNDANCY OF LIFE SUPPORT SYSTEMS IN CASE OF ACCIDENTS AT ELECTRIC POWER FACILITIES

Evgeniy I. Zotov

Vladimir A. Gorohov

Dmitriy I. Ivanchenko

Civil Defense Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russia

Corresponding author: Evgeniy I. Zotov, e.zotov@agz.50.mchs.gov.ru

Abstract. The article is devoted to a comprehensive analysis of the redundancy of life support systems at electric power facilities, where equipment failures can have catastrophic consequences. Modern power plants, substations and other energy facilities are complex technological complexes, the smooth operation of which is critically important not only for power generation, but also for ensuring the safety of personnel and the environment. Particular attention is paid to the analysis of current threats and risks associated with power outages, as well as methods for ensuring the smooth functioning of critical systems such as water supply, ventilation and heating systems. Redundancy technologies are discussed, including the use of alternative energy sources, automatic control and monitoring systems, as well as the principles of emergency response organization. The choice of the optimal solution depends on many factors, including capacity, cost, reliability and environmental considerations. To ensure automatic switching to backup power sources, automatic backup input systems are used, which must be configured to respond quickly and error-free to disconnection of the main source. As a result of the analysis, recommendations are proposed to improve the reliability and stability of life support systems in emergency situations, including regular maintenance of equipment, the introduction of modern technologies and improvement of control and monitoring systems, as well as regular training of personnel in emergency response.

Keywords: redundancy, life support systems, accidents, electric power industry, alternative energy sources, automatic control, emergency response, reliability, stability of systems, safety of facilities

For citation: Zotov E.I., Gorokhov V.A., Ivanchenko D.I. Types and methods of backup of life support systems during accidents at electric power facilities // Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024. № 4 (35). С. 50-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.38.93.006>

В эпоху повышенной зависимости от стабильного энергоснабжения, безопасность и надежность работы объектов электроэнергетики становятся критически важными аспектами инфраструктуры любого государства. Резервирование систем жизнеобеспечения при авариях на этих объектах играет ключевую роль в минимизации рисков для населения и экономики. Оно предотвращает катастрофические последствия отключений электроэнергии, обеспечивая бесперебойное функционирование жизненно важных служб.

Способы и виды резервирования систем жизнеобеспечения разнообразны и выбираются в зависимости от специфики объекта, потенциальных угроз и доступных ресурсов. Рассмотрены основные подходы к обеспечению надежности энергоснабжения, включая автономные источники питания, системы двойного питания, а также инновационные технологии, обеспечивающие резервирование на современном уровне..

Важность резервирования систем жизнеобеспечения

Резервирование систем жизнеобеспечения на объектах электроэнергетики является ключевым компонентом, обеспечивающим безопасность персонала и непрерывность производственных процессов в случае аварий. Основная цель резервирования заключается в поддержании функционирования основных систем, таких как электроснабжение, вентиляция и отопление. Эта мера направлена не только на защиту жизни и здоровья работников, но и на минимизацию материальных потерь от простоев и убытков.

Аварии на электроэнергетических объектах могут быть вызваны различными факторами: от природных катастроф до технологических сбоев и человеческого фактора. Системы резервирования должны быть спроектированы так, чтобы обеспечить автоматическое восстановление питания и контроль за жизнеобеспечивающими системами.

Наличие резервных источников питания (например, дизель-генераторов) помогает поддерживать работоспособность критически важных систем и предотвращает развитие аварийных ситуаций. Резервирование контрольно-измерительных инструментов и систем управления также играет важную роль в быстром реагировании на изменения в работе оборудования.

Разновидности резервирования на объектах электроэнергетики

Резервирование систем жизнеобеспечения на объектах электроэнергетики направлено на предотвращение катастрофических ситуаций и минимизацию последствий аварий. Существует несколько видов резервирования, включая:

1. **Физическое резервирование.** Создание изолированных систем или источников электроснабжения, которые активируются в аварийной ситуации (например, резервные дизель-генераторы).
2. **Программное резервирование.** Использование автоматизированных систем для переключения на резервные линии питания.
3. **Административное резервирование.** Наличие планов действий для персонала в случае аварий, включая обучение и учения.
4. **Географическое резервирование.** Размещение резервных мощностей в отдаленных местах для минимизации рисков.
5. **Разноаспектное резервирование.** Комбинация нескольких методов для обеспечения максимальной надежности.

Эти подходы создают многоуровневую систему защиты, адекватно реагирующую на чрезвычайные ситуации.

Принципы выбора оптимального способа резервирования

При выборе способа резервирования необходимо учитывать следующие принципы:

1. **Надежность.** Метод должен гарантировать бесперебойную работу систем даже в экстремальных условиях.
2. **Экономичность.** Затраты на резервирование должны соответствовать потенциальным рискам и ущербу.
3. **Гибкость и адаптивность.** Система должна адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации.
4. **Соответствие требованиям пожарной безопасности.** Важно учитывать специфику систем, таких как электропитание систем пожарной сигнализации и установок пожаротушения, что строго регламентируется.

5. Минимизация времени восстановления. Скорость восстановления систем после отказа критична для минимизации негативных последствий.

Технологии резервирования в условиях аварий

В электроэнергетике резервирование систем жизнеобеспечения имеет критическое значение. Основные технологии включают:

- Дублирующие источники питания. Резервные генераторы, которые автоматически запускаются при сбоях основного источника.
- Избыточность компонентов. Установка дополнительных элементов, которые могут быть активированы при отказе основных.
- Автоматизированные системы управления. Для координации работы резервных систем и распределения нагрузки.
- Экологические аспекты. Учет воздействия на окружающую среду при выборе резервных источников (например, использование возобновляемых источников энергии).

Эффективность систем резервирования в обеспечении надежности электроэнергетики.

Эффективность систем резервирования определяется их способностью к быстрому восстановлению, модульностью и гибкостью. Инновационные технологии, такие как системы хранения энергии и умные сети, повышают общую надежность и эффективность.

Оценка эффективности включает параметры, такие как время восстановления, процент непрерывности питания и экономическая эффективность.

Заключение

Системы резервирования жизнеобеспечения на объектах электроэнергетики играют критически важную роль в обеспечении безопасности и устойчивости работы. Необходим комплексный подход, учитывающий не только технические аспекты, но и требования пожарной безопасности. Рекомендуется дальнейшее исследование и разработка эффективных методов резервирования, направленных на защиту жизни и здоровья граждан, а также на обеспечение стабильности энергоснабжения.

В эпоху повышенной зависимости от стабильного энергоснабжения, безопасность и надежность работы объектов электроэнергетики становятся критически важными аспектами инфраструктуры. Резервирование систем жизнеобеспечения играет ключевую роль в минимизации рисков для населения и экономики при авариях на этих объектах. Различные виды резервирования, такие как физическое, программное, административное и географическое, обеспечивают непрерывное функционирование жизненно важных служб.

Список источников

1. Безруких П.П. Состояние и перспективы развития возобновляемой энергетики // Электрика. - 2019. - № 9. - С. 3-10.
2. Кудрин Б.И., Седнев В.А., Воронов С.И. Семнадцать лекций по общей и прикладной ценологии. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. - 227 с.
3. Комплексный анализ эффективности технических решений в энергетике / Под ред. Огорокова В.Р., Щавелева Д.С. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 176 с.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник. - М.: Энергоатомиздат, 2020. - 368 с.
5. Нефедова Д.В., Соловьев А.А. Новые вызовы и риски на пути развития распределенной энергогенерации в Арктическом регионе России // Энергетическая политика. 2018. №4. С. 99-108.
6. Седнев В.А, Смуров А.В. Алгоритм принятия решений по резервированию элементов электроэнергетических систем регионов в условиях чрезвычайных ситуаций // Технологии техносферной

безопасности: Интернет-журнал. - 2019. - № 2. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/2019-2/2015-2.html> (дата обращения 10.10.2024).

7. Седнев В.А., Смуров А.В. Техноценологическая оценка устойчивости электроэнергетического обеспечения субъектов Российской Федерации // Пожары и чрезвычайные ситуации, предотвращение, ликвидация. - 2022. - № 4. - С. 53-58.

8. Соловьев Д.А. Направления развития водородных энергетических технологий // Энергетическая политика. 2020. №3 (145). С.64-71.

9. Тягунов М.Г. Как должна быть построена энергетическая система с установками на основе ВИЭ // Технический оппонент. 2019. №2(3). С.22-29.

10. Филимонов А.Г., Филимонова А.А., Чичиров А.А., Чичирова Н.Д. Глобальное энергетическое объединение: новые возможности водородных технологий // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnoe-energeticheskoe-obedinenie-novye-vozmozhnosti-vodorodnyh-tehnologiy> (дата обращения 09.11.2024).

References

1. Bezrukikh P.P. The state and prospects of renewable energy development // *Electrics*. - 2019. - №. 9. -pp. 3-10.

2. Kudrin B.I., Sednev V.A., Voronov S.I. Seventeen lectures on general and applied cenology. - М.: Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2019. - 227 pp.

3. Comprehensive analysis of the effectiveness of technical solutions in the energy sector / Edited by Okorokov V.R., Shchhavelev D.S. - L.: Energoatomizdat, 1985. - 176 pp.

4. Kudrin B.I. Power supply of industrial enterprises: Textbook. - М.: Energoatomizdat, 2020. - 368 pp.

5. Nefedova D.V., Solovyov A.A. New challenges and risks in the development of distributed energy generation in the Arctic region of Russia // *Energy policy*. 2018. №.4. pp. 99-108.

6. Sednev V.A., Smurov A.V. Decision-making algorithm for reserving elements of regional electric power systems in emergency situations // *Technosphere safety technologies: Online Journal*. - 2019. - №. 2. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/2019-2/2015-2.html> (date of access 10.10.2024).

7. Sednev V.A., Smurov A.V. Technocenological assessment of the stability of the electric power supply of the subjects of the Russian Federation // *Fires and emergencies, prevention, liquidation*. - 2022. - № 4. - pp. 53-58.

8. Solovyov D.A. Directions of development of hydrogen energy technologies // *Energy policy*. 2020. №.3 (145). pp.64-71.

9. Tyagunov M.G. How an energy system with renewable energy installations should be built // *Technical opponent*. 2019. №.2 (3). pp.22-29.

10. Filimonov A.G., Filimonova A.A., Chichirov A.A., Chichirova N.D. Global energy association: new possibilities of hydrogen technologies // *Izvestiya vuzov. Energy problems*. 2021. №.2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnoe-energeticheskoe-obedinenie-novye-vozmozhnosti-vodorodnyh-tehnologiy> (date of application 09.11.2024).

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 18.11.2024, одобрена после рецензирования 02.12.2024, принята к публикации 04.12.2024.

The article was submitted 18.11.2024, approved after reviewing 02.12.2024, accepted for publication 04.12.2024.