

**Федоров Дьулустаан Вячеславович**

магистрант

ФГАОУ ВО «Север-Восточный федеральный

университет имени М.К. Аммосова»

г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

***Аннотация:** в статье анализируется комплексный подход к пожарной безопасности на объектах электроэнергетики (ТЭС, АЭС, ГЭС, подстанции), учитывающий специфику рисков от горючих материалов и высоковольтного оборудования через превенцию, раннее обнаружение и автоматизированное тушение. Рассматриваются методы: тепловизионный мониторинг, аспирационные дымовые извещатели, линейные тепловые детекторы, газовые/аэрозольные/водяные системы, интеграция с АСУТП, BIM-моделирование и организационные меры (инструктажи, FRA/HAZOP). Подчёркивается снижение аварийности и убытков за счёт системности и инноваций.*

***Ключевые слова:** пожарная безопасность, объекты электроэнергетики, интеллектуальные системы обнаружения пожара, риск-анализ, интеграция с АСУ ТП, тепловизионный контроль, раннее обнаружение, автоматическое пожаротушение, надежность энергообъектов.*

### ***Введение.***

Электроэнергетические объекты представляют собой совокупность генерации, передачи, распределения и потребления электроэнергии, к ним можно отнести тепловые, атомные, гидроэлектростанции, подстанции и линии электропередачи, они отличаются различными факторами риска, приводящих к пожару, такими как наличие огнеопасных материалов, горючей жидкости, сложных кабельных конструкций и мощного электрического оборудования, работающего под высоким напряжением. Эти особенности делают стандартные меры пожаробезопасности неэффективными и требуют современных, актуальных методов

решения [5]. Цель данной статьи – представить обзор современных методик и технологий, применяемых для повышения эффективности охраны от пожаров на объектах энергетики. Основное внимание уделено развитию комплексного подхода, объединяющего прогностические модели, современные устройства раннего обнаружения и эффективные системы автоматического пожаротушения, интегрируемые в единую цифровую систему предприятий.

*Принцип системности в обеспечении пожарной безопасности.*

Система пожарной безопасности должна учитывать весь спектр факторов риска и обеспечивать комплексное решение проблемы. Современный подход включает три взаимосвязанных компонента:

- предотвращение: принятие мер по снижению вероятности появления потенциальных очагов возгорания;
- раннее обнаружение: установка датчиков и приборов, способных оперативно выявить признаки начавшегося горения;
- автоматизация процесса пожаротушения: включение автоматических систем пожаротушения, гарантирующих максимальную скорость реакции на возникший пожар.

Эти компоненты образуют единое целое, управляемое автоматически с использованием специализированного программного обеспечения, интегрированного в общую систему автоматизации предприятия (АСУТП) [8].

*Методы прогнозирования и оценки рисков.*

Прогностические инструменты играют важную роль в снижении числа происшествий. Среди них выделяются два основных метода:

Тепловизионный контроль: используется для дистанционного измерения температуры поверхностей и внутренних компонентов оборудования. Появление горячих точек свидетельствует о наличии неисправности, способной спровоцировать пожар [1].

Мониторинг состояния изоляции: проводится регулярный осмотр изоляционных покрытий кабелей и проводов, проверка степени износа и повреждений.

Поврежденная изоляция – одна из частых причин коротких замыканий и последующих возгораний [7].

Применение таких инструментов позволяет заранее выявить возможные причины возникновения пожаров и устранить их до момента аварии.

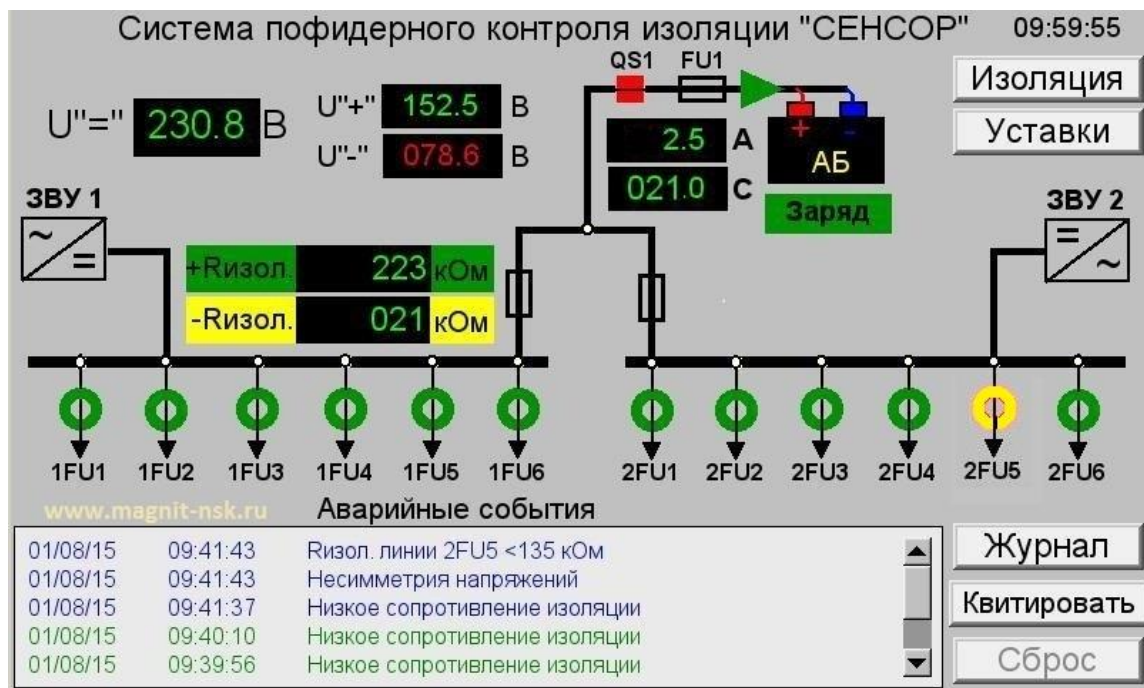


Рис. 1. Контроль состояния изоляции в сети

### *Современные системы раннего обнаружения пожаров.*

Особенность объектов электроэнергетики состоит в том, что огонь часто возникает внутри закрытых пространств или труднодоступных мест. Для оперативного обнаружения признаков начинающегося пожара применяются специальные системы, среди которых выделяются:

- аспирационные дымовые извещатели: способны зафиксировать мельчайшие частицы дыма на ранней стадии тления, что особенно важно для предотвращения крупных пожаров [1];
- линейные тепловые детекторы: реагируют на изменения температуры по всему объему помещения, позволяя точно локализовать источник нагрева;
- видеокамеры с системой анализа изображений: используются для визуального обнаружения открытого пламени и расширения возможностей традиционных пожарных сигнализаций [7].

Использование комбинированных систем обеспечивает высокий уровень чувствительности и точность обнаружения очагов возгорания.

*Эффективные способы пожаротушения.*

При возникновении пожара первостепенная задача – быстро и качественно погасить пламя, сохранив работоспособность основного оборудования и минимизировав финансовые затраты. Сегодня широко применяют три типа автоматических систем пожаротушения:

- газовые установки: применяются в помещениях с дорогим оборудованием, которое чувствительно к воздействию влаги. инертные газы вытесняют кислород, препятствуя дальнейшему распространению огня [2];

- аэрозольные системы: отличаются простотой конструкции и низкой стоимостью обслуживания. Образующиеся мелкие твердые частицы поглощают тепло и изолируют пламя [6];

- установки водяного распыления: обеспечивают охлаждение горячим поверхностям, не повреждая оборудование благодаря мелкодисперсному водяному туману [1].

Выбор конкретной системы зависит от характеристик защищаемого объекта и целей пожарной безопасности.

*Организация профилактических мероприятий.*

Помимо технических решений большое значение имеют организационные мероприятия, направленные на предотвращение пожаров. Важнейшие из них включают:

- постоянный инструктаж работников по вопросам соблюдения норм пожарной безопасности;

- периодические проверки состояния электропроводки и оборудования;

- создание специальных служб, занимающихся подготовкой планов эвакуации и действий в чрезвычайной ситуации;

- комплексная организация этих процессов позволит сократить число инцидентов и увеличить готовность персонала к быстрому устранению возникающих угроз [4].

### *Выводы.*

Таким образом, современный подход к обеспечению пожарной безопасности на объектах электроэнергетики базируется на внедрении новейших технологий и научно обоснованных методов, позволяющих предупреждать возникновение пожаров, быстро реагировать на начавшиеся возгорания и эффективно их ликвидировать. Такой подход способствует увеличению надёжности и устойчивости функционирования энергетических объектов, уменьшая социально-экономические издержки, связанные с возможными авариями.

Таблица 1

### Современные методы ПБ

Направление	Конкретные методы и технологии	Краткая суть преимуществ применения
1. Превенция и анализ рисков	Тепловизионный контроль и мониторинг	Дистанционное выявление «горячих точек» и перегрева оборудования до возникновения аварии
	Анализ пожарных рисков (FRA/HAZOP)	Системная оценка опасностей на этапе проектирования и эксплуатации для выявления уязвимостей
	Применение материалов с низкой пожарной опасностью	Использование кабелей с изоляцией LSZH (для снижения токсичности дыма)
2. Раннее и интеллектуальное обнаружение	Аспирационные дымовые извещатели (LASD)	Сверхраннее обнаружение частиц дыма на стадии тления путем активного забора воздуха
	Линейные тепловые извещатели	Контроль температуры по всей длине трассы (кабельной, оборудования) с точной локализацией перегрева
	Видеодетектирование пламени (AVD)	Анализ изображения с камер для идентификации спектральной сигнатуры открытого пламени.
3. Автоматическое и целевое пожаротушение	Газовые установки (АУГПТ)	Подавление горения инертными газами или хладонами в помещениях с ценным электрооборудованием (щитовые, серверные)
	Установки тонкораспыленной воды (водяного тумана)	Высокая эффективность охлаждения и поглощения тепла при минимальном расходе воды и вторичном ущербе

	Аэрозольные системы (АУАП)	Компактные генераторы аэрозоля для объемного тушения в помещениях типа кабельных этажей, дизель-генераторных
	Модульные порошковые системы	Локальная защита специфичных единиц оборудования (трансформаторы, масляные выключатели)
4. Интеграция и управление	Интеграция с АСУ ТП (АСУТП)	Автоматическое выполнение команд: отключение вентиляции, разблокировка выходов, вывод информации на единый пульт
	ВМ-моделирование	Визуальный пожарный аудит и оптимизация систем на этапе проектирования объекта
	Организационные меры и обучение	Регулярные инструктажи, проверки, разработка планов эвакуации для поддержания высокой готовности персонала

### ***Список литературы***

1. Байбородов А.Ю. Современные системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения: учебное пособие / А.Ю. Байбородов, С.В. Гришин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2021. – 215 с.

2. ГОСТ Р 59638-2021. Системы противопожарной защиты. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2022-07-01. – М.: Стандартинформ, 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=235869> (дата обращения: 19.12.2025).

3. Леонтьев М.А. Применение ВМ-технологий для моделирования систем пожарной безопасности на этапе проектирования энергетических объектов / М.А. Леонтьев, Е.С. Калинина // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования: сборник материалов VII Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2022. – С. 112–117.

4. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования: НПБ 88-2001. – Утв. приказом МЧС России от 04.06.2001 № 31 (ред. от 17.04.2002) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/normativnye-pravovye-akty-mchs-rossii/424> (дата обращения: 19.12.2025).

5. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования: СП 5.13130.2022. – Утв. приказом Минстроя России от 29.06.2022 № 465/пр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/61892/> (дата обращения: 19.12.2025).

6. Шумилов П.В. Автоматические установки газового и аэрозольного пожаротушения: теория, расчет, проектирование: монография / П.В. Шумилов. – СПб.: Лань, 2020. – 308 с.

7. Эффективность систем тонкодисперсного водяного пожаротушения в кабельных сооружениях энергообъектов // Клуб пожарных и спасателей. – 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/effektivnost-sistem-tonkodispersnogo-vodyanogo-pozharotusheniya/> (дата обращения: 19.12.2025).

8. Энергетика и автоматизация: интеграция систем безопасности // Портал «Элек.ру». – 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elec.ru/publications/avtomatizacija/12047/> (дата обращения: 19.12.2025).