УДК 630

И.А. Саютина
I.A. Sayutina

# ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ 6 - 35 кВ КАК ИСТОЧНИК ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

# OVERHEAD POWER LINES WITH A VOLTAGE OF 6–35 KV AS A SOURCE OF LANDSCAPE FIRES

**Аннотация.** Воздушные линии электропередачи напряжением 6–35 кВ традиционно рассматриваются как элемент распределительной сети, а не как потенциальный источник ландшафтных пожаров. Однако статистика последних лет показывает обратное: значительная часть крупных возгораний в лесных и степных зонах возникает именно из-за искрения, обрывов или коротких замыканий на таких линиях. Данный класс распределительных сетей является более уязвимым к самой стихийности природы и ее поведения, чем например брать в сравнение магистральные линии более высокого напряжения, от чего данные сети являются не столько причиной самих пожаров, сколько посредником в этой цепи и катализатором катастрофы. Предложены направления снижения риска, включая расчистку трасс и использование дистанционного мониторинга.

**Abstract.** Overhead power lines with a voltage of 6–35 kV are traditionally viewed as components of a distribution network rather than as potential sources of landscape fires. However, recent statistics indicate otherwise: a significant number of major fires in forest and steppe regions are triggered by sparking, line breaks, or short circuits occurring on these very networks. Compared to high-voltage transmission lines, this class of distribution network is more vulnerable to the unpredictable forces of nature; consequently, these networks act not merely as a cause of fires, but as a link in the chain–a catalyst for catastrophe. The paper proposes strategies for risk mitigation, including the clearing of power line corridors and the implementation of remote monitoring systems.

## Введение

Воздушные линии электропередачи напряжением 6 – 35 кВ, сами по себе редко воспринимаются как источник пожарной опасности, в отличие от магистральных ЛЭП 110 кВ и выше. Сети напряжением 6 – 35 кВ вызывают меньшее внимания надзорных органов и в силу своей длинной протяженности, идущей через лесные и степные массивы.

При этом сами пожары, вызванные энергетической инфраструктурой, в среднем имеют на порядок масштабнее показатель, чем пожары от других источников, поскольку происходит это в неблагоприятных природных условиях: при сильном ветре, низкой влажности и сухой растительности, отчего любой источник огня становится катализатором верхового пожара.

Линии 6 – 35 кВ имеют ключевую конструктивную особенность и без должного надсмотра, становятся уязвимыми перед природой. Меньшие габариты и охранные зоны, по сравнению с магистральными линиями, делают их доступными для растительности, восходящего потока вихря, межсезонной смене климата. Но эти особенности не являются показателем уязвимости и бесполезности таких линий, ключевой особенностью таких линей является именно передача энергии на протяженные расстояния, выстывая важным и ключевым звеном в общей сети. Именно из-за километровой протяженности линии, контроль и быстрое выявление аварии на участке сети, не дают это мгновенно сделать, что дает предостаточно временной возможности зарождению и распространению пожара.

## Механизмы возникновения возгораний

Само проявление возгорания, зачастую образуется не от мощности искры как таковой, а за счет способности поддерживать тлеющий контакт с растительностью в течение времени, достаточного для перехода в устойчивое горение.

Когда провод касается земли, ветви, происходит возникновение однофазного замыкание на землю, как правило ток в месте контакта невелик и составляет не более десятка ампер, что в свою очередь первый взгляд, этого недостаточно для воспламенения. Однако ситуация начинает меняться, когда замыкание довольно длительно по времени, так как в месте контакта выделяется и скапливаться мощность, приводящая к накапливаемому нагреву. При температуре около 100 – 200 °С, влага в почве и растительности начинает испаряется, а при достижении примерно 450 °С начинается самовоспламенение органики. Этим и опасен момент процесс в режиме тления, так как не имеет видимого пламени, но имеет устойчивое выделением тепла. Селективные защиты не всегда надёжно обнаруживают замыкание с высоким переходным сопротивлением, характерным для контакта с грунтом или растительностью, от чего линия продолжает работать, а точка контакта нагреваться. В условиях сухой погоды такого процесса выделения тепла достаточно, чтобы через минуты или десятки минут появился открытый огонь.

Но не всегда проводу нужно соприкасаться с органикой на прямую, в условиях сильного, порывистого ветра происходит схлёстывание или сближение проводов разных фаз. Ток короткого замыкания возрастает в десятки и сотни раз по сравнению с номинальным, в месте горения дуги происходит интенсивное тепловое воздействие на провода и арматуру. Согласно справочным данным по физическим величинам, температура плавления алюминия (основного материала проводов) составляет 660 °С, стального сердечника проводов марки АС – 1 300–1 400 °С. При плавлении металла происходит разбрызгивание. Особую опасность представляет разбрызгивание металла на торфяниках, где даже незначительный источник зажигания может инициировать процесс тления, переходящий в подземный пожар.

**Последствия являются тяжелее**

Ключевое отличие ландшафтного пожара от техногенного возгорания, таких как на самой опоре или подстанции, состоит в том, что линия не является единственным объектом горения, она лишь запускает процесс в среде, которая уже готова гореть. Дальше пожар живёт своей жизнью в зависимости от ветра, рельефа, влажности травы, поэтому даже маломощная искра от линии 6–35 кВ может привести к пожару на сотнях гектаров, не потому, что она «сильная», а потому, что она попала в ландшафт в тот момент, когда этот ландшафт был способен вспыхнуть.

Австралийские ученые в своем пожаров 2019 – 2020 годов, делают заключение, что возгорания, вызванные линиями электропередачи, встречались в шесть раз чаще по сравнению с остальными источниками огня. Причина проста и жестока, распределительные сети искрят именно в те дни, когда огонь особенно опасен по природным показателям. Анализ тех данных дал понять, что в те сезоны температура воздуха держалась выше 25 °С, скорость ветра превышала 30 км/ч, относительная влажность падала ниже 25%, в следствии чего индекс пожарной опасности был высоким, что делало наилучшие условия для катастрофы. Природа сама запустила цепочку, используя линию сети как инструмент для возгорания. Сильный ветер раскачивает провода и сближает их, он же высушивает траву и раздувает пламя, низкая влажность делает растительность готовой вспыхнуть от малейшей частицы и она же увеличивает риск перекрытия изоляции.

Для российских условий к этому добавляется фактор весенних палов, которые в зарубежных исследованиях фигурирует реже. По данным Рослесхоза более 40% пожаров в 2026 году возникло из-за перехода огня с полей, обочин, пустырей, трава начинает гореть быстро и часто именно вдоль трасс линии распределительных сетей. Аварийные отключения из-за низовых пожаров в охранных зонах фиксируются регулярно, и страдают от них не только энергосистемы, но и потребители.

**Решения снижения рисков возгарания**

Основная проблема в том, что линия сети 6–35 кВ долго «терпит» замыкание на землю, раз мы не можем полноценно исключить природное взаимодействие, логическим решением будет сократить это время замыкания, ведь чем быстрее отключается повреждённый участок, тем меньше шансов, что место контакта успеет нагреть траву до воспламенения.

Плановые работы с растительностью в охранных зонах, поскольку чтобы возник ландшафтный пожар, искра должна попасть в горючий материал, если этого материала нет, то даже замыкание на ветвь или обрыв провода не приведут к возгоранию травы или лесной подстилки.

Современные устройства на опорах, например вакуумные выключатели с автономным питанием, способны отключать короткое замыкание за единицы миллисекунд, что быстрее, чем сработает головной выключатель на подстанции. Для линий 6–35 кВ это особенно важно, потому что именно они часто «висят» на длинных радиальных отводах, где селективная защита на головном участке может ждать секунды, чтобы не отключить всю линию из-за повреждения на одной ветке.

Обычные токовые защиты плохо видят контакт провода с сухой травой или ветвью, поскольку ток слишком мал. Здесь помогают устройства, которые реагируют не на величину тока, а на его изменение или на сопутствующие признаки, как характерное «шипение» в радиодиапазоне. Устройства в виде датчиков, устанавливаются на опорах и они передают сигнал диспетчеру или сразу отключают линию.

Ресурсозатратным, но эффективным способом является отслеживание метеопрогноза, если данные указывают на высокий класс пожарной опасности, можно заранее обесточить конкретные участки, которые проходят через самые уязвимые ландшафты. Мировой опыт показывает, что это крайняя мера, но для линий 6–35 кВ она может быть оправдана, в условии если альтернатива пожар на сотнях гектаров.

**Список использованной литературы**

1. Методика оценки пожарной опасности коротких замыканий в воздушных линиях электропередачи напряжением до 1000 В // Электронная библиотека диссертаций: сайт. – URL: https://www.dissercat.com/content/metodika-otsenki-pozharnoi-opasnosti-korotkikh-zamykanii-v-vozdushnykh-liniyakh-elektropered (дата обращения: 24.10.2026). – Текст: электронный.
2. Титов, С. С. Воздушные линии электропередачи относятся к объектам с повышенной пожарной опасностью : выпускная квалификационная работа / С. С. Титов. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2016. – URL: https://dspace.susu.ru/xmlui/bitstream/handle/0001.74/11619/2016_212_titovss.pdf (дата обращения: 24.10.2026). – Текст : электронный.
3. Ландшафтные пожары часто возникают из-за коротких замыканий на линиях электропередачи // Technosphere Safety : журнал. – URL:

https://www.bps-journal.ru/jour/article/download/528/583 (дата обращения: 24.10.2026). – Текст : электронный. – Яз. англ.

4. Аварийная работа ЛЭП как причина ландшафтных пожаров // Энергетика: состояние и перспективы развития : сборник материалов международной научно-практической конференции. – 2023. – URL: http://ef.ttu.tj/uploads/uploads/Сборник%20материалов%20МНПК%20Энергетика%20состояние%20и%20перспективы%20развития%20-%202023.pdf (дата обращения: 24.10.2026). – Текст : электронный.
5. Заудалов Е.А., Иофин З.К. Исследования самовозгорания и экологическая ценность торфа // Молодые исследователи – регионам : материалы всерос. науч. конф. — Вологда, 2006. — Т. 1. — С. 263–265.
6. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Утв. Приказом МЧС России от 10.07.2020 № 516.