

**ВОЗДУШНЫЕ ЛЭП НА ПОВЫШЕННЫХ ОПОРАХ: СПЕЦИФИКА
ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАССОВОГО ВНЕДРЕНИЯ**

**Шман Е. А., студент,
Атрошенко К. В., студент,
Зинчук С. А., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В работе рассмотрены особенности и перспективы применения воздушных линий электропередачи на повышенных опорах, проанализирован зарубежный и успешный белорусский опыт их внедрения. Обоснована экологическая и эксплуатационная эффективность данной технологии при прохождении сложных ландшафтов, несмотря на специфику монтажа, и сделан вывод о целесообразности ее массового использования в современных энергосистемах.

Воздушные линии электропередач (ВЛ) на повышенных опорах представляют собой специальные участки воздушных сетей электропередачи, где для прокладки применяются опоры высотой, как правило, свыше 50 метров. Такая конструкция опор обеспечивает пролеты длиной до 700 м и позволяет размещать провода значительно выше крон лесов, болот и устьев рек, гарантируя тем самым непрерывность трассы и ее устойчивость во время использования.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, у этой технологии есть ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании. Во-первых, хотя технологическая просека для их сооружения и может быть уже, чем при стандартных опорах, но тем не менее она все равно необходима для установки самих мачт и дальнейшей эксплуатации линий электропередач. Во-вторых, сборка и монтаж высоких опор сопряжены с необходимостью привлечения специализированной техники (вышек, кранов-манипуляторов) и квалифицированных бригад, что увеличивает сроки и стоимость строительства. Наконец, эксплуатация таких ЛЭП требует более сложной организации технического обслуживания и ремонта: подъем к вершине мачты для инспекции, замены арматуры и провода осуществляется с повышенными мерами безопасности, а также может быть затруднен в зимний период и при неблагоприятных погодных условиях. Но все это не отменяет высокой эффективности технологии: учет всех этих факторов на этапе проектирования, стандартизация типовых решений, внедрение новых технологий монтажа и обслуживания, а также узкопрофильная подготовка кадров позволяют нивелировать дополнительные расходы и сложности, связанные с введением в эксплуатацию повышенных опор.

Доказательством этому служит широкий международный опыт, например, в Китайской Народной Республике при прокладке ультравысоковольтной ВЛ 1100 кВ «Чанцзи – Гуцюань» над рекой Янцзы возводили башни высотой от 300 метров (вплоть до 380!) для обеспечения безопасного пролета над водной гладью и лесными зарослями, а в Германии, на крупных межрегиональных ветках 380 кВ, применяются мачты высотой до 80 метров для минимизации вырубки при пересечении густо заросших равнин с целью соответствия федеральному и общеевропейскому экологическому законодательству. В России же, существует собственный багаж практического применения повышенных опор: при строительстве ВЛ 500 кВ через Волгу в Саратовской области были смонтированы опоры высотой 130 метров, а пролет между двумя берегами реки составил около 1700 метров; а в северных регионах, где в условиях глубокого промерзания грунта

необходимо было провести ВЛ над тундровым лесным массивом, применялись серийные железобетонные конструкции, устойчивые к обмерзанию и критически низким температурам [3]. Подобная практика в скором времени была успешно адаптирована в Беларуси.

Белорусский опыт внедрения повышенных опор начался в 2016 году на участке ВЛ 330 кВ «Молодечно – Минск Северная», где в условиях жестких требований к безопасности и необходимости подготовки сетей электропередачи к скорому введению строящейся БелАЭС в энергосистему Беларуси было принято решение применить 64 опоры высотой свыше 60 метров. Такое решение позволило гарантировать надежную подачу электроэнергии и минимизировать вмешательство в лесные массивы при прокладке прямой линии большой протяженности. В 2018 году аналогичный подход был испытан на ВЛ 110 кВ «Калинковичи – Дрозды»: здесь применялись облегченные стальные решетчатые опоры повышенной высоты, что по итогу подтвердило жизнеспособность и потенциал развития технологии на проводах более низких уровней напряжения [2]. Оба проекта стали пилотными по своей мере внедрения в Республике Беларусь, и были, можно сказать, «обкаточным» элементом в белорусской энергосистеме. В тоге полученные эксплуатационные данные легли в основу обновленной нормативной базы, что уже сегодня позволяет переходить от индивидуального проектирования каждой отдельной линии к использованию унифицированных типовых узлов. Таким образом, белорусский опыт заложил фундамент для перехода от опытных проектов к масштабному внедрению, подтверждая этим свою экономическую, экологическую и эксплуатационную эффективность повышенных опор.

В завершение стоит отметить, что опыт ведущих энергетических систем мира, а также успешные локальные пилотные проекты Беларуси демонстрируют: повышенные опоры способны стать ключевым элементом в прокладке воздушных линий электропередач через сложные природные ландшафты в мировом и локальном масштабах. Их широкое применение позволяет сочетать высокую надежность электропередачи и электрообеспечения с минимальным вмешательством в природу, поддерживая сегодняшний экологический вектор развития энергетики и промышленности, а стандартизация решений и развитие монтажных технологий открывают путь к экономическому и оперативному масштабированию. В перспективе данная технология может найти еще более широкое применение: от магистральных линий ультравысокого напряжения (750–1150 кВ) до локальных сетей сельскохозяйственных и промышленных объектов – все это подтверждает, что на сегодняшний день повышенные опоры являются универсальным решением многих проблем энергосистем, указывая на готовность к массовому внедрению.

Список использованных источников

1. Электрические сети внешнего электроснабжения: СН 4.04.05–2025. – Взамен СН 4.04.04–2023; введ. 17.07.2025. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2025.
2. Официальный сайт РУП «Белэнергосетьпроект»: [сайт]. – URL: <https://www.besp.by/index.php/ru/> (дата обращения: 20.11.2025).
3. Смазнов, Д. Н. Высотные опоры в индивидуальном проектировании воздушных линий / Д. Н. Смазнов, С. В. Родчихин, А. В. Москалев, К. Н. Зимин. // ЕДИНОЙ СЕТИ. – 2017. – № 1 (30). – С. 39–45.