

## Энергетика. Автоматика

УДК 621.315.05

А.Н. Козлов, Т.С. Шаракчинова

### ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОНАСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Рассмотрена проблема энергоснабжения малонаселенных и труднодоступных регионов. Решение проблемы состоит в подключении к централизованному электроснабжению или в использовании нетрадиционных и возобновляемых источников.*

*Ключевые слова: малонаселенные территории, энергоснабжение, источники энергии, дизель-генераторы, альтернативные источники энергии.*

### THE PROBLEM OF ELECTRICITY SUPPLY OF SMALL-POPULATED TERRITORIES

*The problems of energy supply in sparsely populated and inaccessible regions are considered. Solving the problem by connecting to a centralized power supply or using non-traditional and renewable sources.*

*Key words: sparsely populated areas, energy supply, energy sources, diesel generators, alternative energy sources.*

DOI: 10/22250/jasu.14

На протяжении многих лет ситуация с энергоснабжением остается главной проблемой поселений с малой плотностью жителей. Такие территории в наибольшем количестве находятся в северо-восточной части России, так как значительная ее часть не охвачена централизованным энергоснабжением. Энергоснабжение таких территорий осуществляется в основном за счет привозного топлива, что увеличивает стоимость энергии. Кроме того, часто возникают перебои в энергоснабжении из-за того, что в локальных энергосистемах нередко существует один главный источник энергии, который может выйти из строя.

В нашей стране социально-экономические проблемы таких регионов обостряются вследствие их удаленности от развитой инфраструктуры, суровых климатических условий, а также потому, что они в наибольшей степени пострадали от экономического спада. Это привело к миграции населения, переходу оставшихся к доиндустриальным формам хозяйствования и, как следствие, к снижению уровня и качества жизни. Снабжение таких потребителей осуществляется от автономных источников – небольших дизельных электростанций, котельных малой мощности и др. [1].

Решением проблемы может стать подключение к централизованному электроснабжению путем строительства линий электропередач (ЛЭП) небольшой мощности или использование нетрадиционных источников энергии.

Возможность присоединения электроприемника к энергосистеме ограничена его удаленностью в связи с потерями напряжения в питающей линии. В соответствии с требованиями ГОСТ на параметры электроэнергетики установлены ограничения: допустимое отклонение напряжения в ЛЭП не должно превышать  $\pm 10\%$ . Максимальная протяженность ЛЭП при номинальных значениях напряжения выражена формулой:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot l \cdot 10^5}{c \cdot S \cdot U^2 \cdot \gamma}, \quad (1)$$

где  $\Delta U$  – 10%-ная потеря напряжения;  $U$  – номинальное напряжение, В;  $P$  – мощность передачи электроприемника, кВт;  $S$  – сечение провода, мм<sup>2</sup>;  $l$  – длина линии электропередач, м;  $c$  – коэффициент, характеризующий потерю напряжения;  $\gamma$  – удельное сопротивление материала провода, см (м/(Ом·мм<sup>2</sup>)).

Для нагрузок небольшой мощности определяющим фактором выбора минимального сечения провода является механическая прочность. Обычно для мощностей до 160 кВт выбирается провод с сечением не ниже  $S = 16$  мм<sup>2</sup>, которое определяется, с одной стороны, электрическими нагрузками ЛЭП, с другой, условиями механической прочности, достаточной для противостояния ветровым нагрузкам, обледенению. Строительство ЛЭП малой мощности в сельской распределительной сети выполняется из алюминиевого провода, удельное сопротивление провода которого  $\gamma = 32,2$  См (м/(Ом·мм<sup>2</sup>)).

Значения максимальной длины ЛЭП в зависимости от мощности объекта электроснабжения для напряжения распределительной сети 6 и 10 кВ представлены на графике (рис. 1).

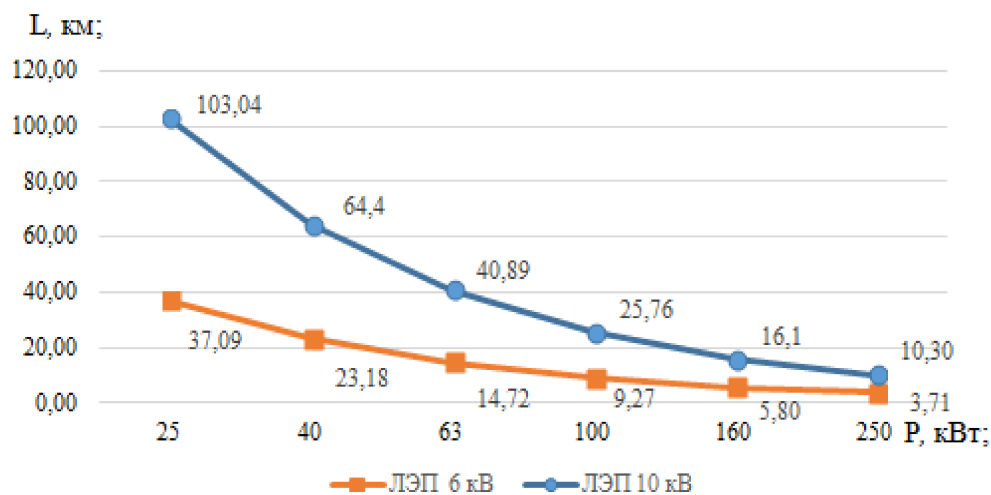


Рис. 1. Протяженность линий электропередач в зависимости от передаваемой мощности.

Из графика видно, что использование более высокого распределительного напряжения позволяет при тех же условиях увеличить протяженность централизованного электроснабжения ЛЭП. К сожалению, строительство более высоковольтных и дорогих ЛЭП при малых передаваемых мощностях нецелесообразно из-за низкого коэффициента загрузки по мощности. Это делает очевидным маловероятность электроснабжения малонаселенных потребителей с помощью присоединения их к централизованным электрическим сетям [2].

**Наилучшим решением для автономных территорий представляется развитие распределенной генерации** с нетрадиционными и возобновляемыми источниками энергии. Выбор и целесообразность использования того или иного вида топлива обуславливается его географическими и природно-климатическими характеристиками [3].

На таких территориях конкурируют многочисленные технологии, использующие практически все виды возобновляемых источников энергии (ВИЭ). На обширных малонаселенных территориях Восточной Сибири, Дальнего Востока, ряда северных регионов России сосредоточенно 80% геотермального и 60% ветрового потенциала, 70% потенциала малых водотоков, 60% запаса древесины. К 2030 г. рациональные масштабы ввода мощности ВИЭ для децентрализованных потребителей на востоке России составят 330-360 МВт, а в целом по стране не превысят 1000 МВт. Обсуждаемые оценки масштабов ВИЭ (до 4,5 ГВт к 2020 г. и 6 ГВт – к 2025 г.) относятся к зонам централизованного энергоснабжения.

Незначительные масштабы применения ВИЭ обусловлены существенной капиталоемкостью и низким коэффициентом использования установленной мощности. Для совмещения графиков потребления энергии и ее выработки ВИЭ должны включать накопители энергии. Оптимальное сочетание таких структур позволит значительно сократить расходы дорогого для данных территорий органического топлива.

Альтернативой строительства ЛЭП являются стационарные и передвижные дизельные электростанции (ДЭС), которых по России насчитывается более 5 тыс. и которые вырабатывают порядка 1,8 млрд. кВт-ч электроэнергии при потреблении около 0,8 млн. т условного топлива ежегодно. Только на территории Республики Саха (Якутия) работает 145 дизельных станций (например, село Себян-Кюель Кобяйского улуса Республики Саха (Якутия) (рис 2)).



Рис. 2. Дизельная электростанция, село Себян-Кюель Кобяйского улуса Олекминского района.

Для этих систем характерны высокие удельные расходы топлива, высокий износ оборудования, высокий износ и высокий уровень потерь в местных электрических сетях и большая стоимость электроэнергии [4].

Таким образом, территории с малой плотностью населения будут существовать в будущем не только как места проживания коренных народов, но и по условиям усиления международной безопасности страны. В связи с этим обеспечение здесь комфортной среды проживания является государственной задачей, при решении которой необходимо ориентироваться на более широкое использование энергоэффективных технологий и оборудования, местных и возобновляемых энергоресурсов.

---

1. Сидоров, А.Д. Основные проблемы и задачи энергоснабжения России / А.Д. Сидоров, А.Д. Ромашкин, И.С. Урунов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – СПб.: Научное изд-во «Институт стратегических исследований». – 2003. – № 5. – С. 34. – URL <https://www.ruscable.ru/press/prom-energy/show-657.html> / (дата обращения: 12.03.2020).

2. Суржикова, О.А. Обеспечение электроэнергией труднодоступных, малонаселенных и удаленных регионов // Региональная экономика. – 2010. – № 11. – С. 67-72.

3. Суржикова, О.А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 3. – С. 103-108.

4. Стенников, В.А. Проблема энергоснабжения и энергоэффективности малонаселенных территорий / В.А. Стенников, С.В. Жарков, П.А. Соколов // Промышленная энергетика. – 2017. – № 2. – С. 2-9.