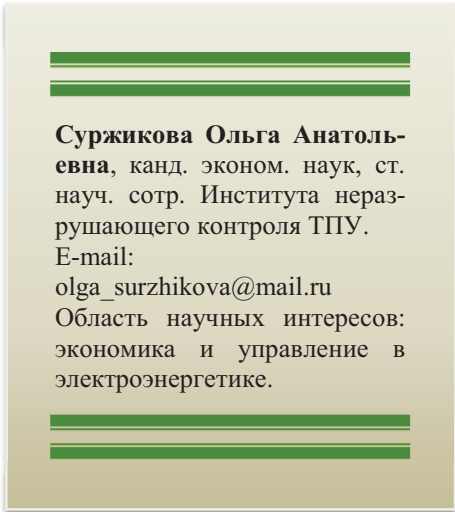


УДК 621.31

**ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
УДАЛЕННЫХ И МАЛОНАСЕЛЕННЫХ  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ РОССИИ**

О.А. Суржикова

Томский политехнический университет  
Чешский технический университет, г. Прага  
E-mail: [olga\\_surzhikova@mail.ru](mailto:olga_surzhikova@mail.ru)

Суржикова Ольга Анатольевна, канд. эконом. наук, ст. науч. сотр. Института неразрушающего контроля ТПУ.  
E-mail: [olga\\_surzhikova@mail.ru](mailto:olga_surzhikova@mail.ru)  
Область научных интересов: экономика и управление в электроэнергетике.

Обозначена проблема качественного электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей. Показана экономическая неэффективность использования для данной категории потребителей стационарных линий электропередач и недо-

статки применения дизельных электростанций. Предложено использование возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:**

Удаленные и малонаселенные потребители, электроснабжение, линии электропередач, возобновляемые источники энергии.

По степени централизации электроснабжения на территории России можно выделить три зоны:

- 1 зона включает экономически более развитые, входящие в сферу действия объединенных энергосистем;
- 2 зона охватывает районы, находящиеся на более низких стадиях формирования систем централизованного электроснабжения. Здесь функционируют и развиваются изолированные районные энергосистемы и энергоузлы;
- 3 зона включает небольшие изолированные энергоузлы, главным образом сельские населенные пункты, не охваченные централизованным электроснабжением, удаленные от топливных баз, имеющие сложнейшую схему доставки топлива. Потребители такого типа распродоточены практически по всем районам Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Условия функционирования систем энергетики в районах Сибири и Севера определяются, прежде всего, наличием и запасами ископаемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). По обеспеченности ТЭР все районы можно подразделить на три группы [1]:

- открытые, топливно-энергетические ресурсы которых имеют общероссийское значение (Тюменская область, Ханты-Мансийский, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, Республика Коми, Мурманская область);
- полуоткрытые, влияющие на формирование топливных балансов сопредельных территорий (Республика Саха (Якутия), Сахалинская область);
- закрытые, имеющие ТЭР местного значения.

Размещение ТЭР в районах Сибири и Севера, степень их разведанности и освоенности крайне неравномерны, в связи с чем, состояние систем топливообеспечения потребителей значительно различается по территориям.

Открытые и полуоткрытые районы в основном обеспечивают свои потребности в топливе. Энергетическое хозяйство таких закрытых районов как Магаданская область, Таймырский (Долгано-Ненецкий), Эвенкийский и Чукотский автономные округа самообеспечивается топливом лишь частично. Мурманская, Архангельская области, Республика Карелия, Томская область являются топливодефицитными и практически полностью зависят от внешних поставок топлива. Энергетические связи Камчатской области с сопредельными районами ограничи-

ваются только ввозом топлива. Моторное топливо и нефтепродукты практически в полном объеме поставляются на Север из центральных районов России.

Если в центральных районах страны развитая транспортная система позволяет в большинстве случаев обеспечить взаимозаменяемость и выбор наиболее эффективных видов энергоресурсов, то на Севере это зачастую невозможно.

Особенностью России, в первую очередь характерной для регионов Сибири и Дальнего Востока, является весьма низкая плотность населения на громадных, слабо освоенных в производственном отношении территориях. Поэтому, даже в районах с развитой энергетической системой, имеется значительное количество мелких удаленных и малонаселенных поселений.

К таким потребителям относятся отдельные населенные пункты или их группы, изолированные от централизованного электроснабжения и имеющие слабые транспортные связи с промышленно-развитыми районами. На этой территории проживает малочисленное население, в основном состоящее из представителей малых северных народностей. По типу производства – это преимущественно предприятия сельскохозяйственного, горнодобывающего и сырьевого использования (оленоводство, пушное звероводство, животноводство, промысел, рыболовство, земледелие, лесозаготовки и деревообработка, добыча руды, драгметаллов, топлива и т. д.).

Энергетические нагрузки этой категории потребителей составляют от десятков кВт до сотен кВт.

В табл. 1 приведены данные по количеству населенных пунктов в России, не имеющих централизованного электроснабжения, и по населению в них.

**Таблица 1.** Информация по населению в зонах децентрализованного электроснабжения России

Кол-во жителей в пункте, чел.	Кол-во населенных пунктов, шт.	Кол-во населения в поселении, чел.
До 50	13500	172600
От 51 до 500	11100	2400000
От 501 до 3000	5700	5900000
От 3001 до 10000	580	2600000

Если говорить о Томской области, то на ее территории находится 21 населенный пункт с суммарным населением в 33700 чел., изолированный от распределительных электрических сетей.

Проблема надежного и качественного электроснабжения мелких удаленных и малонаселенных поселений, рассредоточенных по огромной территории России, остается острой в социальном, техническом и экономическом аспектах [2, 3].

Обеспечение таких потребителей электроэнергией может быть, в общем случае, осуществлено либо за счет централизованного электроснабжения, либо созданием децентрализованных зон.

Техническая выполнимость электроснабжения объекта путем строительства линии электропередачи (ЛЭП) зависит от установленной мощности объекта электроснабжения и расстояния до ближайшего пункта присоединения к централизованной электрической сети.

ГОСТ на параметры электроэнергии устанавливает ограничения на отклонения напряжения относительно номинального значения в пределах  $\pm 5\%$ . Следовательно, максимальная протяженность ЛЭП –  $l_{\max}$  при стандартных значениях напряжения распределительных сетей 6 и 10 кВ, может быть определена по формуле

$$l_{\max} = \frac{\gamma F U_{\text{ном}} \Delta U}{P_{\text{ном}}} [\text{км}],$$

где  $\gamma$  – удельная проводимость материала провода, м/Ом·мм<sup>2</sup>;  $F$  – сечение провода, мм<sup>2</sup>;  $U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение 6...10 кВ;  $\Delta U$  – 5 % потеря напряжения, кВ;  $P_{\text{ном}}$  – номинальная мощность электроприемника, кВт.

Обычно сельские распределительные сети выполняются из алюминиевого провода, имеющего удельное сопротивление  $\gamma = 32,2 \text{ Ом}\cdot\text{м}/\text{мм}^2$ . Сечение провода определяется с одной стороны электрическими нагрузками ЛЭП, с другой – условиями механической прочности, достаточной для противостояния ветровым нагрузкам, обледенению и др.

Для нагрузок небольшой мощности определяющим фактором, при выборе сечения провода, является механическая прочность ЛЭП. Обычно минимальное стандартное сечение провода для мощностей до 160 кВт выбирается  $F = 16 \text{ мм}^2$ .

Максимальная длина ЛЭП, в зависимости от мощности объекта электроснабжения, для напряжения распределительной сети 6 кВ и 10 кВ при величине потерь напряжения 5 % приведена в табл. 2.

**Таблица 2.** Максимальная длина ЛЭП ( $I_{\text{max}}$ ) в зависимости от мощности объекта (P) для напряжения сети 6 кВ и 10 кВ

P, кВт	25	40	63	100	160	250
$I_{\text{max}}$ , км (6 кВ)	37	23	14	9	6	–
$I_{\text{max}}$ , км (10 кВ)	103	64	41	26	16	10

Использование более высокого напряжения распределительной сети позволяет, при тех же условиях, несколько увеличить дальность централизованного электроснабжения.

Таким образом, электрификация от централизованных электрических сетей объектов мощностью менее 250 кВт ограничивается расстоянием не более чем 10 км.

Строительство более высоковольтных и более дорогих ЛЭП (например, 35 кВ) при малых передаваемых мощностях нецелесообразно из-за низкого коэффициента загрузки по мощности.

Соответственно, оценивать экономические характеристики высоковольтной ЛЭП, работающей в режиме близком к холостому ходу, абсурдно.

Таким образом, с точки зрения удаленности от ближайшей точки присоединения к электрической сети, для подавляющего большинства объектов электрификации, расположенных в районах с низкой плотностью населения и слабо развитой инфраструктурой, технический критерий электрификации путем строительства ЛЭП невыполним.

Помимо этого, чисто технического ограничения, встает вопрос о дороговизне как самого строительства линий электропередач, так и содержания и обслуживания.

Все это, вместе взятое, делает совершенно очевидным маловероятность возможности электроснабжения мелких удаленных потребителей с помощью присоединения их к централизованным электрическим сетям.

По второму варианту электрообеспечения малонаселенных и удаленных поселений (через создание децентрализованных зон) наиболее распространенным источником электроэнергии являются стационарные и передвижные дизельные электростанции (ДЭС), которых по России насчитывается более 5 тыс. штук, и которыми вырабатывается порядка 1,8 млрд. кВт·ч электроэнергии при потреблении около 0,8 млн. т. у.т. ежегодно.

Основными проблемами электроснабжения удаленных и малонаселенных поселений от ДЭС является:

- плохое техническое состояние электроисточников;
- дальний транспорт топлива и зависимость от его поставок;
- ограниченность сроков сезонного завоза (до некоторых удаленных пунктов топливо транспортируется год и более, с промежуточным хранением на перевалочных базах) в наиболее труднодоступных районах;
- слабое развитие транспортной инфраструктуры;
- зависимость от бюджетного финансирования.

Слабое развитие транспортной инфраструктуры в значительной мере осложняет проблему топливоснабжения. Большие расстояния перевозок, многозвенность и сезонность завоза топлива приводят к высоким потерям и многократному его удорожанию. У наиболее удален-

ных потребителей транспортная составляющая стоимости привозного топлива достигает 70...80 % [4, 5].

Источники малой мощности, используемые для автономного электроснабжения, как правило, имеют низкие технико-экономические показатели. В дополнение к этому рост цен на топливо, увеличение транспортных тарифов (что особенно сказывается в удаленных районах) приводят к высокой себестоимости производства электроэнергии – в несколько раз выше, чем в среднем по системам централизованного электроснабжения. Недопоставки топлива влекут за собой длительные перерывы энергоснабжения [6].

Мощность ДЭС, обеспечивающей изолированного потребителя, определяется «пиковой» потребляемой мощностью, которая определяется графиком нагрузки объекта электроснабжения. Как правило, автономные потребители характеризуются крайней неравномерностью потребления электроэнергии, что приводит к существенному недоиспользованию установленной мощности ДЭС. В результате, коэффициент полезного действия таких станций резко снижается, а удельный расход топлива на выработку 1 кВт·ч электроэнергии увеличивается относительно их паспортных данных. Энергетическая и экономическая эффективность ДЭС в таких режимах работы значительно снижается. Даже при условии режима «холостого хода» (при нулевой потребляемой мощности) расход топлива уменьшается всего на 15...20 % от режима «пиковой нагрузки», а степень изнашиваемости агрегата не изменяется.

Большинство источников автономного электроснабжения является убыточным, так как себестоимость производства электроэнергии значительно выше тарифа, устанавливаемого для населения, а отсутствие в подавляющем большинстве мелких изолированных населенных пунктах промышленных объектов не позволяет компенсировать оплату за счет промышленных тарифов. Поэтому электроснабжение мелких изолированных потребителей от ДЭС является дотационным за счет бюджетных средств местных и областных администраций.

Убыток, получаемый за счет продажи электроэнергии по цене ниже ее себестоимости, покрывается бюджетными дотациями, направляемыми для поддержания допустимого уровня тарифов на электроэнергию в удаленных и малонаселенных пунктах. Недостаток бюджетного финансирования влечет за собой недопоставки топлива, ставя тем самым эту категорию потребителей в крайне тяжелые условия в плане энергоснабжения.

Проблемы электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей, обострившиеся из-за сложившейся в стране финансовой ситуации, требуют со стороны органов управления повышенного внимания. Однако проектными организациями разрабатываются схемы развития только районных энергосистем и энергоузлов, в то время как для многочисленных мелких изолированных потребителей вопросы энергообеспечения рассматриваются на уровне либо ресурсопользователей (промышленных предприятий, осуществляющих экономическую деятельность на данной территории и обеспечивающих содержание всей сопутствующей производственной и социальной инфраструктуры), либо региональных и муниципальных властей.

Удорожание органического топлива, рост транспортных тарифов на его доставку, неэффективность режимов работы существующих ДЭС вызывает необходимость пересмотреть политику энергоснабжения этой категории потребителей, опираясь на имеющийся опыт использования современных технологий производства энергии, ориентируясь, прежде всего, на направления, обеспечивающие снижение потребления привозного топлива. Одним из таких направлений является применение электроисточников на возобновляемых природных энергоресурсах (ВПЭР).

Первоочередными мероприятиями, позволяющими реализовать направления развития и повысить надежность электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей, являются:

1) Техническое оснащение:

- производство современного оборудования на российских предприятиях для замены и реконструкции эксплуатируемых в настоящее время малых электроисточников;
- организация на отечественных заводах серийного производства электроустановок, использующих возобновляемые энергоресурсы, что должно значительно снизить их стоимость и транспортные затраты;

2) Законодательная и организационная поддержка:

- разработка свода законодательных и нормативных актов о государственной политике в

сфере использования источников энергии на ВИЭ, устанавливающего формы правовой и экономической поддержки государством этого направления;

- разработка, организация, реализация и контроль за выполнением региональных программ, направленных на обеспечение топливом и энергией изолированных потребителей;
- стандартизация оборудования для установок на ВИЭ (установление понятий, общих технических требований и методов его испытаний);
- пропаганда и поддержка региональными органами управления использования энергоисточников на ВИЭ, поиск поставщиков и оказание помощи потребителям в приобретении требуемых типов энергоустановок;
- сооружение демонстрационных объектов и испытательных полигонов энергоисточников на ВИЭ.

### 3) Финансовая поддержка:

- поддержка инициатив по вложению средств в малую энергетику крупных предприятий и частного капитала, размещающих свои рекреационные базы вблизи изолированных потребителей.
- выделение целевых субсидий и дотаций на строительство энергоисточников на ВИЭ;
- проведение политики государственных льготных кредитов на сооружение энергоисточников на ВИЭ;
- использование системы инвестиционных скидок всем участникам цикла с использованием ВИЭ – от разработки оборудования до его эксплуатации.

В последнее время в целях реализации государственной социально-экономической политики, энергосбережения, обеспечения надежного электроснабжения изолированных потребителей на федеральном и региональных уровнях принимаются программы использования энергоисточников на возобновляемых энергоресурсах.

В 1993 г. в рамках федеральной целевой программы «Топливо и энергия» была разработана Государственная научно-техническая программа «Экологически чистая энергетика», которая включает направление «Нетрадиционная энергетика», координируемое Министерством науки и технической политики РФ.

В 1996 г. Правительство РФ в дополнение к Государственной научно-технической программе «Экологически чистая энергетика» разработало программу «Энергообеспечение районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий, а также мест проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока за счет использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива» [7] и включило ее в качестве подпрограммы в федеральную целевую программу «Топливо и энергия». Среди основных мероприятий программы названы следующие:

- проведение анализа электропотребления субъектов РФ;
- формирование совместно с администрациями регионов перечня объектов электроснабжения на базе ВИЭ и местных видов топлива;
- разработка организационно-правового обеспечения реализации программы.

Финансирование предусматривалось осуществлять из средств федерального и местных бюджетов, выделяемых на реализацию федеральных программ регионов и за счет высвобождения средств от сокращения затрат на завоз топлива. Кроме того, возможно привлечение средств внебюджетных фондов, зарубежных инвесторов, а также за счет налоговых и таможенных льгот.

Среди экономических механизмов реализации программы определена разработка проекта Федерального Закона РФ «О развитии малой и нетрадиционной энергетике» в качестве полного комплекса правовых и организационно-хозяйственных мер, решающих проблему развития нетрадиционной энергетике в России.

Государственной Думой РФ 27 октября 1999 г. был принят Федеральный закон «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии». Однако в декабре 1999 г. этот закон был отклонен Президентом РФ. Таким образом, на уровне государства правовая законодательная база для использования ВИЭ отсутствует, что не дает возможности для принятия соответствующих местных нормативно-законодательных документов, сдерживает местные инициативы, препятствует практической деятельности не

только по масштабному использованию ВИЭ, но и применению их при реализации локальных решений.

В 2000 г. Минэнерго разработало программу «Развитие нетрадиционной энергетики России на 2001–2005 гг.» в качестве подпрограммы федеральной целевой программы «Топливо и энергия». В подпрограмме определены следующие основные цели:

- обеспечение надежного энергоснабжения населения и производства в зонах децентрализованного энергоснабжения, в первую очередь, в труднодоступных районах;
- повышение надежности энергоснабжения населения и производства в зонах неустойчивого централизованного энергоснабжения, предотвращение ущербов от аварийных и ограничительных отключений, особенно в сельской местности;
- снижение вредных выбросов от энергетических установок в городах и населенных пунктах со сложной экологической обстановкой, а также в местах массового отдыха населения.

При формировании программы по субъектам Российской Федерации были разосланы перечни информационных документов для получения предложений с целью более полного учета объектов по регионам. В них подчеркивалось, что финансирование сооружения программных объектов должно осуществляться в основном за счет местных источников и привлеченных средств. Поддержка из федерального бюджета может составлять не более 20 % от затрат по проекту.

Следует отметить, что перечни предлагаемых объектов для сооружения энергоисточников на ВИЭ по субъектам РФ составлялись без каких-либо предварительных проработок по наличию у конкретных потребителей достаточного природного потенциала того или иного вида возобновляемого энергоресурса и технико-экономических обоснований эффективности проектов сооружения энергоисточников, использующие такие ресурсы. Это, в какой-то мере, объясняется отсутствием методического подхода для подобных разработок.

Несмотря на множество принимаемых постановлений и разрабатываемых программ, практическая реализация проектов электроснабжения изолированных потребителей, в том числе с применением энергоисточников на базе ВИЭ, осуществляется в незначительных масштабах, что не позволяет в необходимой степени решить проблемы их электро- и топливоснабжения [8, 9].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Северо-Восток России: региональная экономика и управление // под ред. Е.А. Борисова, В.А. Уварова. – Хабаровск: ДВАГС, 2005. – 787 с.
2. Башмаков И.А. Региональная политика повышения энергетической эффективности: от проблем к решениям. – М.: ЦЭНЭФ, 1996. – 192 с.
3. Surzhikova O.A., Nikulina I.E. The problems and perspective of electric power supply of isolated consumers // *European Journal of Natural History*. – 2006. – № 2. – P. 151–153.
4. Мяки А.Э. Истинные причины проблем отопления в северных регионах // *Топливо-энергетический комплекс*. – 2003. – № 2. – С. 95–98.
5. Федеральная программа «Энергообеспечение районов Крайнего Севера и приравненных к ним территорий, а также мест проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока за счет использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии и местных видов топлива». – М.: Министерство топлива и энергетики РФ, 1996. – 27 с.
6. Применение возобновляемых источников энергии в Европе // *Энергетика за рубежом*. – 2000. – Вып. 1. – С. 26–29.
7. Суржикова О.А. Мировой электроэнергетический сектор: состояние и перспективы // *Известия ВУЗов. Проблемы энергетики*. – 2008. – № 9–10. – С. 80–83.
8. Концепция развития и использования возможностей малой и нетрадиционной энергетики в энергетическом балансе России. – М.: Министерство топлива и энергетики РФ, 1994. – 121 с.
9. Материалы к концепции государственной стратегии развития Сибири (вариант Сибирского отделения РАН). – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2000. – 71 с.

Поступила 06.04.2012 г.