

УДК 621.311.2

Е.Н. Соснина, А.Ю. Кечкин, Д.А. Филатов

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, УДАЛЕННЫХ ОТ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрены проблемы изолированных систем электроснабжения (СЭС) удаленных, малонаселенных потребителей России. Проведен анализ существующего положения и выявлены основные тенденции развития зон децентрализованного электроснабжения в перспективе до 2030–2035 года. Предложены схемные решения по повышению энергоэффективности, а также комплекс мероприятий для реализации развития автономных СЭС.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, децентрализованное электроснабжение, электропотребитель, энергетическая безопасность, топливно-энергетические ресурсы.

"Обеспечение энергетической безопасности страны", в том числе за счет надежного и качественного "энергоснабжения в ряде удаленных регионов и в районах с низкой плотностью потребителей" является одним из главных ориентиров государственной политики, отраженном в энергетической стратегии России до 2035 года [1].

Около 70 % территорий Российской Федерации составляют зоны децентрализованного электроснабжения и неэлектрифицированные зоны [2]. На рис. 1. приведена разработанная авторами классификация территории России по степени централизации и обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР).



Рис. 1. Классификация территорий России по степени централизации и обеспеченности ТЭР

Степень обеспеченности, а также разведанности и освоенности ТЭР в районах Дальнего Востока, Сибири, Севера крайне неравномерны. Так, открытые и полуоткрытые зоны в основном сами обеспечивают свои потребности в ТЭР. Районы закрытых зон практически полностью зависят от внешних поставок топлива.

Удаленными потребителями зоны III (рис. 1) являются, преимущественно, малые населенные пункты, изолированные от сетевой инфраструктуры, имеющие слабые транспортные связи с промышленно-развитыми районами. Энергетические нагрузки по категориям потребителей данных регионов приведены на рис. 2.



Рис. 2. Энергетические нагрузки по категориям потребителей

К основным проблемам автономного электроснабжения удаленных потребителей относятся: тяжелые условия транспортировки топлива, большой износ энергетического оборудования, недостаток инвестиций, удаленность от центров снабжения и обслуживания, высокая стоимость топлива, рост цен на ТЭР и, как следствие, увеличение объема дотаций из областных бюджетов на закупку и завоз топлива [2, 3]. По этим причинам за последние десятилетия было официально упразднено более 11 тысяч поселений [2]. Проблема надежного и качественного электроснабжения удаленных, малонаселенных поселений России, остается острой в социальном, техническом и экономическом аспектах [5].

Наиболее распространенными источниками электроэнергии удаленных потребителей являются дизельные электростанции (ДЭС), которых по России насчитывается более 5 тыс. штук, и которыми вырабатывается порядка 1,8 млрд кВт·ч электроэнергии при ежегодном расходе топлива – 6 млн тонн [4, 5]. Установленная мощность ДЭС определяется максимальной мощностью графика нагрузки объекта электроснабжения. Неравномерность потребления электроэнергии приводит к существенному недоиспользованию установленной мощности ДЭС. В результате, КПД резко снижается, а удельный расход топлива на выработку 1 кВт·ч электроэнергии увеличивается относительно их паспортных данных. Стоимость выработанной электроэнергии достигает до 25 – 40 руб./кВт·ч, при среднем тарифе для населения в децентрализованных зонах 2,5 – 3,5 руб./кВт·ч (до 91 % затрат покрывается за счет дотаций из областных и региональных бюджетов) [6, 7, 8]. Удорожание органического топлива, рост транспортных тарифов на его доставку, неэффективность режимов работы существующих ДЭС обуславливают необходимость применения возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

В рамках энергетической стратегии России до 2035 года предусматривается развитие технологий использования ВИЭ, в том числе для "электро- и теплоснабжения автономных потребителей, расположенных вне систем централизованного энергоснабжения" [1]. В соответствии со стратегией подразумевается рост доли возобновляемых источников энергии к 2035 году до 3,7 % в общем объеме ввода мощностей электростанций, в производстве электроэнергии – до 2,2 %, а в последствии – замещение локальной дизельной генерации.

Россия располагает значительным количеством возобновляемых ресурсов. В большинстве субъектов Российской Федерации имеются два и более вида ВИЭ. Технический потенциал ВИЭ на два порядка превышает современное потребление энергии данными областями. Однако, эти возможности используются незначительно: из общего количества вырабатываемой энергии электростанциями малой мощности лишь менее 10 % приходится на долю возобновляемой энергетики (табл. 1).

Таблица 1

Данные по установленным мощностям и количестве вырабатываемой электроэнергии электростанциями малой мощности

Тип электростанции	Установленная мощность, %	Выработка электроэнергии, %
ДЭС	55,35	31,28
ГПУ	17,41	23,40
ГТУ	0,54	0,74
ПТУ/ в т.ч. на биомассе	23,13/0,99	36,93/2,05
Мини-ГЭС	2,72	5,57
ВЭС	0,09	0,03
ГеоТЭС	0,77	2,05

В табл. 2 представлены сведения о годовом валовом и техническом потенциале ВИЭ [9, 10]. Основная доля валового потенциала приходится на солнечную энергию, существенно превосходящую значения аналогичных показателей энергии ветра и малых рек. В то же время технический потенциал солнечной энергии составляет 0,1 % от валового (технический потенциал ветра – 2 % и малых рек – 36 %), что объясняется недостаточным уровнем развития технологий по эффективному преобразованию солнечной энергии в полезно используемую энергию.

Таблица 2

Сведения о годовом валовом и техническом потенциале ВИЭ на территории России в млрд т.у.т./год

Федеральный округ	Солнечная энергия		Энергия ветра		Гидроресурсы малых рек	
	Валовый потенциал	Технический потенциал	Валовый потенциал	Технический потенциал	Валовый потенциал	Технический потенциал
Россия в целом	2205,4	10,2	320,2	0,85	401,6	126,5
Центральный	84,9	0,43	3,5	0,009	2,9	1,0
Северо-Западный	178,2	0,78	21,3	0,05	18,7	5,1
Южный	100,7	0,64	8,7	0,02	20,6	6,4
Приволжский	140,8	0,76	11,6	0,03	11,9	3,9
Уральский	215,6	0,79	79,5	0,2	45,9	14,3
Сибирский	672,0	3,1	74,3	0,2	147,9	46,2
Дальневосточный	813,2	3,1	121,3	0,3	153,7	49,6
Крымский	-	0,6	-	0,035	-	0,005

Повсеместное распространение, практически неисчерпаемый потенциал и экологическая чистота – основные достоинства ВИЭ. Однако практическое применение ограничивается их изменчивостью в пространстве и времени, низкой плотностью энергетических потоков. Это приводит к неравномерности выработки электроэнергии, появлению колебаний выходной мощности, зависимости электрогенерации от метеорологических условий, что делает актуальным комбинированное использование ВИЭ. Однако, вследствие нестабильности последних, необходимо предусматривать их параллельную работу с гарантированными источниками энергии на органическом топливе.

На рис. 3. приведены возможные схемные решения по повышению эффективности систем автономного электроснабжения (САЭС). Отсутствие на рынке возобновляемой энергетики универсальных технических устройств, обеспечивающих возможность объединения разнотипных энергетических установок с возможностью эффективного управления режимами их работы, является негативным фактором развития малой энергетики России. Логика работы схемы таких устройств должна строиться на максимальном использовании энергии ВИЭ, накопительных элементов с целью экономии топлива ДЭС, генерирующей недостающую мощность для обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей.

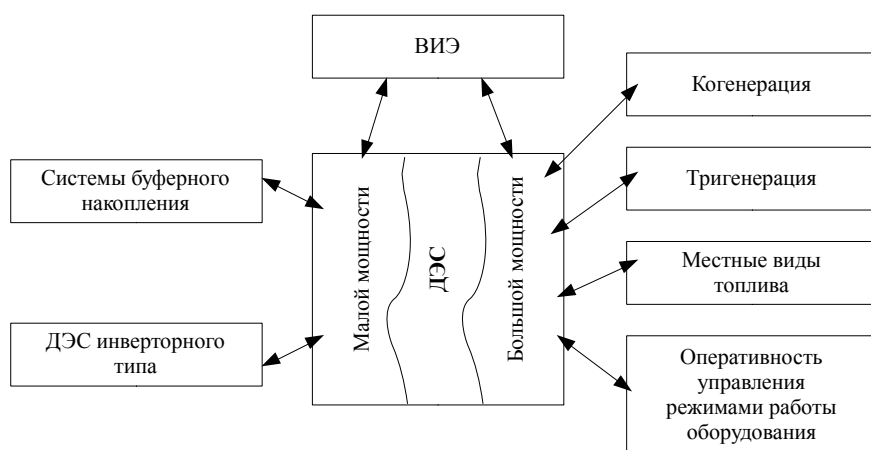


Рис. 3. Схемные решения по повышению эффективности САЭС

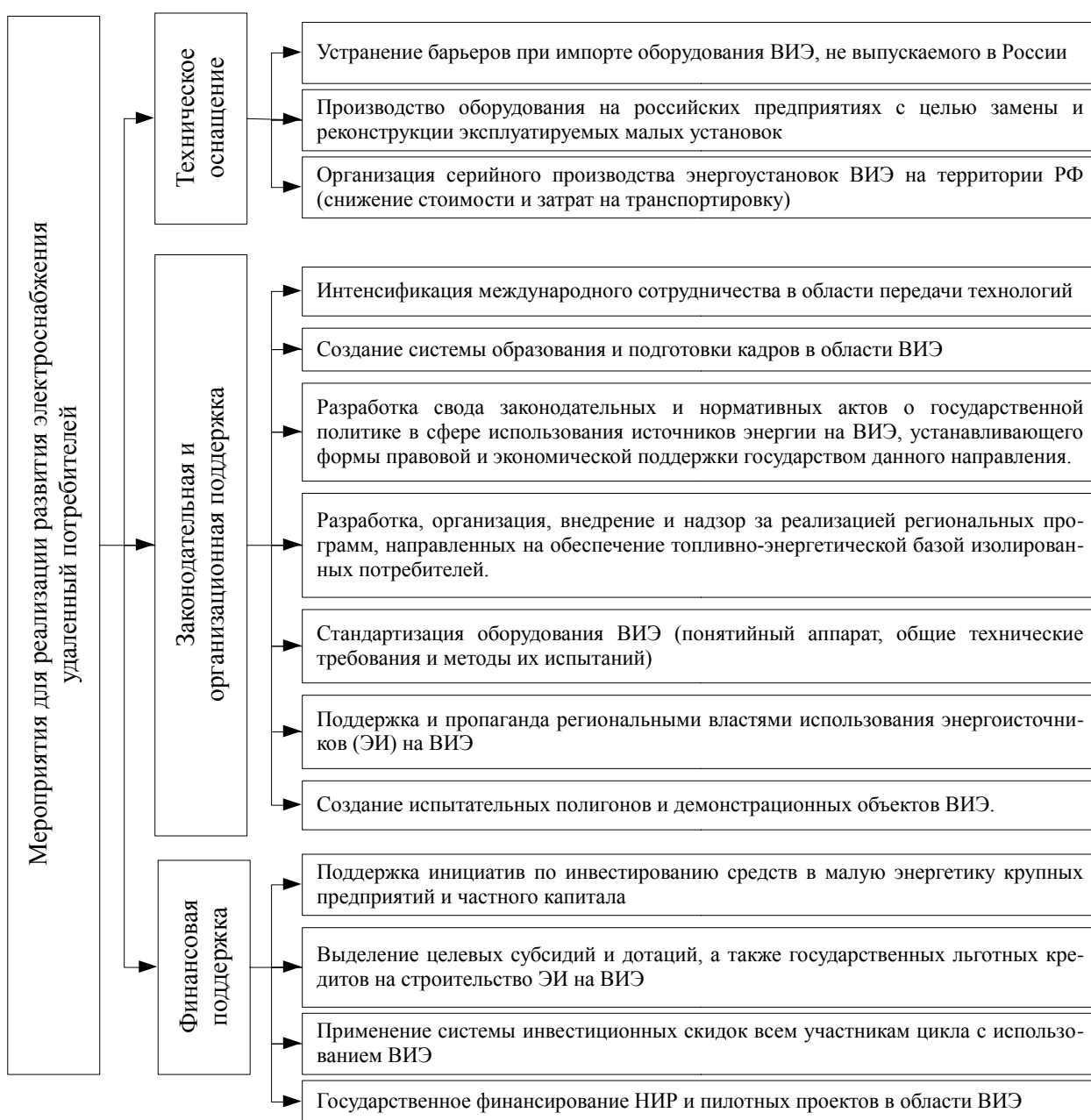


Рис. 4. Предлагаемые мероприятия для реализации развития и повышения надежности электроснабжения удаленных малонаселенных потребителей

В табл. 3 приведены масштабы применения ВИЭ для зон децентрализованного электроснабжения в перспективе до 2030 года [8]. Как видно, наиболее перспективным остается развитие мини-ГЭС и ВЭУ. Исходя из прогноза, себестоимость производимой электроэнергии должна сократиться в среднем в 1,25–1,9 раза.

Таблица 3

Масштабы применения ВИЭ для зон децентрализованного электроснабжения России

Тип электростанции	Вводимые мощности, МВт		
	2013-2020	2021-2030	2013-2030
Всего	256	757	1013
в том числе:			
Мини-ГЭС	156	420	576
ВЭС	38	135	173
ГеоТЭС	12	12	24
СЭС	25	100	125

Авторами предложен комплекс мероприятий, способствующих развитию и повышению надежности электроснабжения удаленных потребителей посредством повсеместного использования ВИЭ (рис. 4). Данный подход способствует ускорению циклов запуска новых разработок в производство, минимизации затрат на внедрение и распространение нового оборудования, специализации сервисной и информационной сети.

Несмотря на значительные темпы развития локальной генерации посредством ВИЭ, их комбинированного использования, разработки законодательной и нормативной базы в сфере внедрения последних, на сегодняшний день, практическая реализация проектов энергообеспечения изолированных потребителей осуществляется в незначительных масштабах, что не позволяет в необходимой степени решить проблемы их электроснабжения.

Библиографический список

1. Проект Энергетической стратегии России на период до 2035 года. Москва. 2014. URL: <http://media.rspp.ru/document/1/c/e/ceef7d9d4df403f7f78fa3bd217d7285.pdf> (05.11.2014).
2. Заседание президиума Государственного совета №36. Доклад "Об основах государственной политики Российской Федерации в районах Севера". URL: <http://archive.kremlin.ru/text/appears2/2004/04/28/97302.shtml> (10.09.2014).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 321 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" URL: <http://pravo.gov.ru/laws/acts/37/515049.html> (06.11.2014).
4. Энергоэффективность: Перспективы для России. М.: Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2010. – 176 с.
5. **Суржикова, О.А.** Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России // Вестник науки Сибири. 2012. №3 (4) С. 103-108.
6. Функционирование и развитие электроэнергетики Российской Федерации. Информационно-аналитический доклад. Министерство энергетики РФ. 2011. – 384 с.
7. **Попель, О.С.** Перспективные применения возобновляемых источников энергии – в мировой практике и в России. Научная конференция фонда Сколково. Презентация. URL: <http://www.gosbook.ru/node/36164> (05.11.2014).
8. Иванова И.Ю., Петров Н.А., Тугузov Т.Ф. Системная оценка эффективности вариантов энерго-, топливоснабжения децентрализованных потребителей. Методические подходы и результаты исследований. ИСЭМ СО РАН, ИФТПС СО РАН. Презентация. URL: http://www.eriras.ru/files/ivanova-enjergosnabzhjenije_djecjentr_potrjeb.pdf (05.11.2014).
9. Стенников В.А. и др. Информационно-технологическое обеспечение интегрированных систем малой энергетики в сфере электро- и теплоснабжения: отчет о НИР. Иркутск, 2011.

10. **Бекиров, Э.А.** Перспектива повышения энергоэффективности и энергетического потенциала Крыма на основе возобновляемых источников энергии / Э.А. Бекиров, С.Э. Бекирова // Строительство и техногенная безопасность. В. 33-34, 2010. С. 321–327.

*Дата поступления
в редакцию 15.12.2014*

E.N. Sosnina, A.Y. Kechkin, D.A. Filatov

**QUESTIONS POWER SUPPLY CONSUMERS REMOVED
FROM NETWORK INFRASTRUCTURE**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

The problems of isolated power supply systems (PSS) of remote, sparsely populated Russian consumers. Performed an analysis of the current situation and identified the major trends in the development zones decentralized power supply in the run up to the year 2030–2035. Proposed circuit decisions to improve energy efficiency, as well as set of measures for the implementation development autonomous PSS.

Key words: renewed energy sources, decentralized power supply, electrical consumers, energy security, fuel and power resources.