



ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ

Тенденция децентрализации энергетики и пути совершенствования малой энергетики

Киушкина В. Р., канд. техн. наук, Шарипова А. Р., инж.

**Технический институт (филиал) ФГАОУ ВПО “Северо-Восточный
федеральный университет им. М. К. Аммосова”, Нерюнгри**

Рассмотрены предпосылки, сформировавшие тенденцию к децентрализации и повышению энергоэффективности малой энергетики регионов России и мира. Приведен анализ понятий и факторов децентрализованной генерации, свидетельствующих о преимущественном использовании малой энергетики в районах Крайнего Севера и Дальнего Востока. Сформулировано предложение по развитию региональных инфраструктур на базе местных и возобновляемых ресурсов.

Ключевые слова: децентрализация, малая энергетика, положительные и негативные факторы.

В настоящее время на рынке генерации электроэнергии главенствующая роль отводится централизованной энергетике, состоящей из крупных электростанций и разветвленной сети линий электропередачи (ЛЭП) [1] (децентрализованное энергоснабжение традиционно рассматривалось в основном в рамках электроэнергетической отрасли). Для России относительно высокая степень централизации энергетики необходима. Но негибкая и нединамичная централизация достигла сегодня пика своей неэффективности в обеспечении электроэнергией регионов страны.

Стратегия строительства крупных электростанций требует обоснования их предельной мощности исходя из оценки прогнозного электропотребления в соответствии с развитием инфраструктуры. При анализе перспективной потребности в установленной мощности электростанций должны учитываться прогнозируемый максимум нагрузки, сальдо экспорта (импорта) мощности, нормативный расчетный резерв мощности, ограничения установленной мощности электростанций и неиспользуемая их мощность в период прохождения максимума нагрузки. Формируемая структура генерирующих мощностей должна обеспечивать энергетическую безопасность (ЭнБ) каждого региона путем расширения использования различных видов энергоресурсов и типов электростанций и характеризоваться высокой стабильностью при неизбежных в перспективе колебаниях цен на топли-

во, а также технико-экономических показателей электростанций [2]. Координируя развитие генерирующих мощностей, следует предусмотреть согласованное их планирование, включая количество, размеры, типы и расположение объектов с учетом оптимального соотношения различных типов генерации и ресурсной базы.

Особенность централизованной энергетики заключается в ее сосредоточении преимущественно вблизи мощных рек и таких энергоресурсов, как каменный уголь, мазут, нефть. Однако зачастую крупные потребители электрической энергии располагаются вдали от источников, что предполагает сооружение ЛЭП большой протяженности. Но при транспортировке электрической энергии на дальние расстояния неизбежны потери, к тому же существуют территории, на которых строительство невозможно из-за наличия, например, болот, скалистых и многолетнемерзлых грунтов и пр. [3].

Недостатки централизованного электроснабжения от крупных источников и теплоснабжения от котельных могут рассматриваться как факторы, обуславливающие необходимость развития распределенной генерации [4]. К ним относятся:

низкое качество электроснабжения потребителей, высокая частота аварийных отключений, большая степень износа электрогенерирующего и сетевого оборудования, значительная удаленность от потребителей;



Рис. 1. Централизованное и автономное (соответственно желтый и зеленый секторы) энергоснабжение на территории России



Рис. 2. Плотность населения России по субъектам, чел/км²

необоснованно высокие цены на электроэнергию и тарифы на теплоту для потребителей вследствие больших потерь в сетях, низкой топливной эффективности КЭС по сравнению с когенерационными установками;

низкая эффективность сжигания топлива в котельных по сравнению с высокотемпературными когенерационными установками на базе современных парогазовых и газотурбинных установок;

большие объемы выбросов загрязняющих веществ и тепловых сбросов от крупных источников.

Российская Федерация — страна с развитой системой централизованного электроснабжения, но одновременно имеющая существенную потребность в децентрализованных источниках энергии (рис. 1). Это обусловлено неравномерностью распределения народнохозяйственной деятельности населения по областям, поскольку в силу исторических и геополитических факторов большая часть территории характеризуется низкой плотностью населения (рис. 2) и значительными расстояниями между центральными источниками и потребителями электрической и тепловой энергии. В перспективе даже при развитой

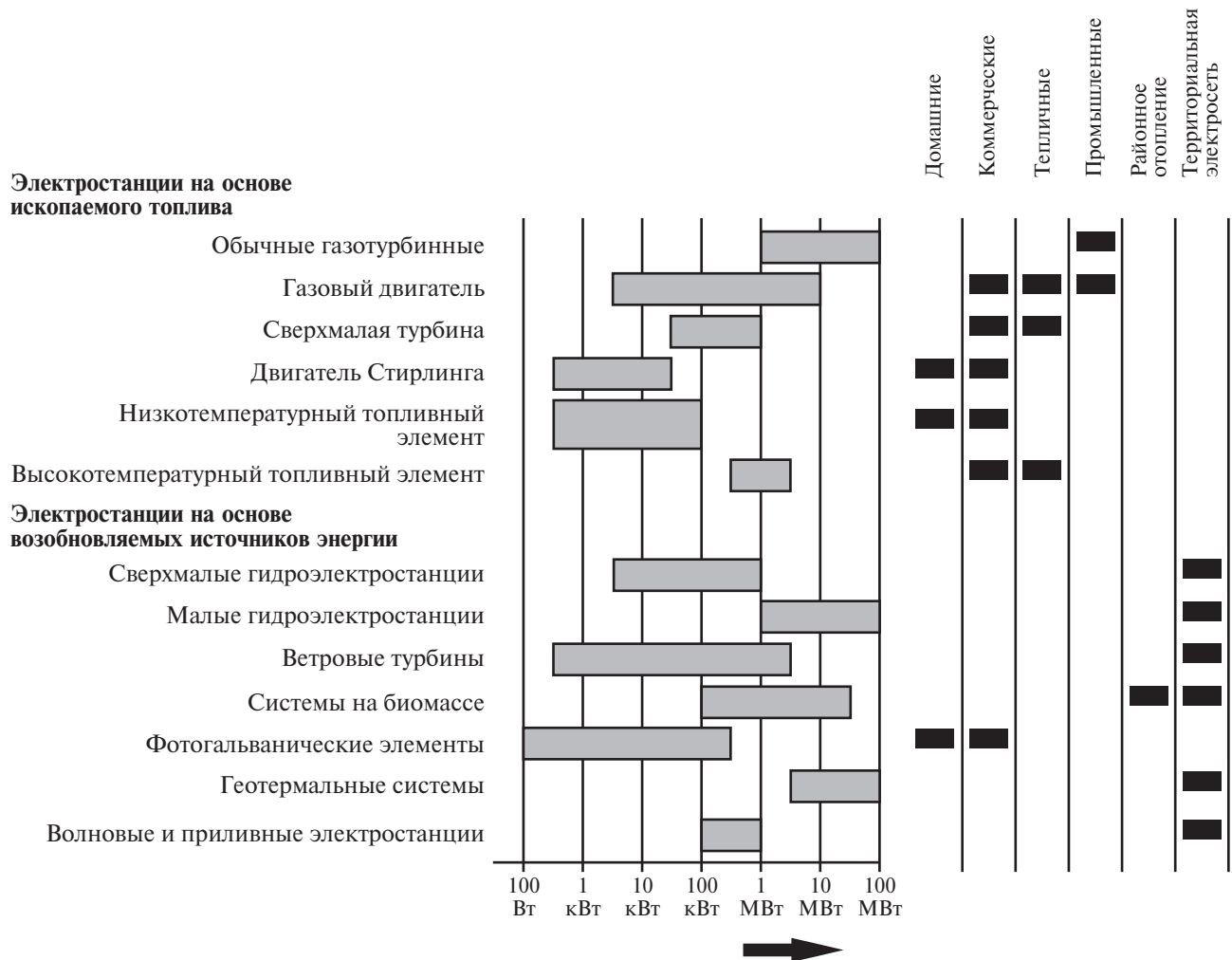


Рис. 3. Системы децентрализованной генерации и типовых вариантов их применения

транспортной инфраструктуре зона децентрализованного электроснабжения на Востоке страны сохранится. Из-за слабой и очаговой освоенности территории малая энергетика по-прежнему будет иметь большое значение [5].

Однако необходимость применения автономных источников электроэнергии обусловлена не только отсутствием возможности подключения к централизованной сети. Отдельно расположенные сети имеют ряд следующих неоспоримых преимуществ [1]:

- низкие потери из-за малой удаленности потребителей от источника;
- разгрузка существующих ЛЭП;
- повышение надежности электроснабжения вследствие увеличения количества источников.

По информации WADE (World Alliance for Decentralized Energy), с 2001 г. мировое производство энергии децентрализованными источниками увеличилось на 3 % и составило 10 % от ее общей выработки [7].

Децентрализованная генерация (ДГ) [8] — это новейшее направление в производстве электроэнергии, иногда совмещенном с производством теплоты. Децентрализованные системы генерации могут быть разделены на две группы: совместно производящие электроэнергию и теплоту и использующие возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Диапазон их применения довольно широк — от сверхмалых систем производства электроэнергии и теплоты (для жилых домов) до станций, передающих электроэнергию в сеть [9] (рис. 3).

Объекты децентрализованного электроснабжения различаются по установленной мощности, режимам энергопотребления, требованиям к качеству электроэнергии и т. п., в связи с чем их сложно классифицировать. Наибольшее распространение рассматриваемые системы получили для обеспечения электрической энергией [3]:

индивидуальных потребителей небольшой мощности (от единиц до десятков кВт), к

которым относятся коттеджи и загородные дома, метеостанции, вышки сотовой связи, полевые объекты и экспедиции, фермерские хозяйства, пограничные, радарные и навигационные посты и т. д.;

групповых непромышленных потребителей установленной мощностью от десятков до сотен кВт — отдельных крупных жилых зданий и микрорайонов, различных объектов социальной сферы, торговых предприятий и учреждений здравоохранения, деревень, сел, поселков малоэтажной застройки и т. д.;

промышленных предприятий с установленной мощностью от сотен до тысяч кВт — главным образом предприятий нефте- и газодобывающих отраслей.

Децентрализованная генерация представляет собой перспективную технологию производства электроэнергии по целому ряду причин. В настоящее время широкое распространение систем ДГ может происходить в трех независимых направлениях: реструктуризации коммунального сектора; увеличения количества используемых ВИЭ; развития техники. У всех заинтересованных в этом сторон (потребителей, поставщиков, производителей и политиков) существует социальная потребность в более дешевом, менее загрязняющем, безопасном, надежном и бесперебойном снабжении электроэнергией. Децентрализованное ее производство, включая системы на основе ВИЭ, способно удовлетворить эту потребность [10].

В последние годы в связи с интенсивным ростом энергопотребления, старением энергооборудования энергосистем и отсутствием необходимых инвестиций в его обновление обострились проблемы централизованного электроснабжения, проявляющиеся в регулярных отключениях электроэнергии, невысоком ее качестве и недостаточном количестве. В связи со значительной выработкой технического ресурса энергооборудованием все большее влияние на ЭНБ оказывают взрывы, пожары техногенного происхождения, а также стихийные бедствия, неквалифицированные работы, проводимые энергоснабжающей организацией, многочисленные аварийные ситуации на подстанциях, линиях передачи и т. д.

Большое внимание уделяется выявлению причин масштабных отключений, наблюдаемых в последние годы в разных странах мира. Такие отключения произошли в результате аварий в Восточном энергообъединении США (в августе 2003 г.), когда нару-

шилось электроснабжение 50 млн чел. в восьми штатах США и двух провинциях Канады, в энергообъединении Nordel (в сентябре 2003 г.), “погасившей” около 4 млн потребителей Дании и Швеции, в энергообъединении УСТЕ, отделившей энергосистему Италии от остальной части Европы, в результате чего почти вся страна осталась без электроэнергии. Самая крупная авария последнего времени произошла в Московской энергосистеме (в мае 2005 г.), когда отключилась нагрузка, составившая около 3,5 ГВт и было остановлено 2908 производственных объектов [11].

Участились риски возникновения аварий, связанных с “лавиной напряжения” на всей территории России — от Владивостока до Калининграда. Возрастной состав оборудования электростанций в региональных энергосистемах разный, но на отдельных территориях доля оборудования со сроком службы более 30 лет превышает половину всех мощностей [12].

Все большее расширение и усложнение энергообъединений во всем мире обусловили нарастание проблем масштабных отключений. События последних лет свидетельствуют о существенной неустойчивости обеспечения электроэнергией и теплотой потребителей различных категорий от централизованных энергетических систем и о некоторых негативных последствиях чрезмерной централизации. Опасность потери энергоснабжения при этом весьма значительна. Повышать ЭНБ ответственных объектов и децентрализованных энергорайонов следует главным образом средствами малой энергетики, которая может быть конкурентоспособной в тех зонах, где большая централизованная энергетика до настоящего времени рассматривалась как альтернативная.

Проблемы перерывов электроснабжения и низкого качества электроэнергии из-за износа и аварийности сетей и систем энергоснабжения особенно остро сказываются на потребителях в сельских районах: в настоящее время ущерб, связанный с этими причинами, на фермах, птицефабриках, в теплицах и на других объектах [13] превышает 2 млрд руб. Поэтому необходима реконструкция сетей и оборудования централизованных систем, а также создание децентрализованных систем энергоснабжения этих объектов с широким использованием местных видов топлива. Благодаря этому во многих регионах можно покрыть значительную часть энергобаланса ряда хозяйств и предприятий, сократить чис-

ло отключений электропитания и снизить зависимость от централизованного энергоснабжения.

В зонах децентрализованного энергоснабжения роль малой энергетики в обеспечении ЭНБ является определяющей. Для объектов данных зон все аспекты обеспечения ЭНБ (наличие рынка, цена, качество, способ транспортировки, создание запасов топлива, технические характеристики, состояние энергетического оборудования, возможность его замены и модернизации и т. п.) имеют не меньшее значение, чем для объектов большой энергетики. Малая энергетика, наиболее эффективная как с экономической, так и с экологической точки зрения, позволяет целенаправленно удовлетворять потребности общества в качественной энергии с учетом конкретных региональных и индивидуальных требований [5]. Она находит все большее применение, во-первых, потому, что при модульном способе построения электростанций существенно снижаются капитальные затраты на их производство, доставку и монтаж, а во-вторых, обеспечивается высокий уровень надежности электроснабжения. Кроме того, значительно сокращаются расходы на распределение и транспортировку электроэнергии вследствие небольшой удаленности электрической нагрузки от центра производства электроэнергии [1]. Малая энергетика находит применение и в промышленно развитых, и в развивающихся районах с различным климатом.

Большинство источников автономного электроснабжения регионов России являются убыточными, поскольку себестоимость производства электроэнергии значительно выше тарифа, установленного для населения. Поэтому в районах с децентрализованным энергоснабжением существует острая необходимость совершенствования структуры топливно-энергетического баланса с целью уменьшения его зависимости от внешних поставок топлива путем внедрения местных нетрадиционных источников энергии.

Несмотря на относительно небольшую долю малой энергетики в общем энергобалансе страны, ее роль в обеспечении благосостояния населения довольно велика [14]. По разным оценкам, на 60–70 % территории России, где проживает более 20 млн чел., жизнедеятельность людей обеспечивается главным образом ее средствами. С их помощью осуществляется резервное (иногда его называют аварийным) электроснабжение по-

требителей. Помимо этого малая энергетика может быть конкурентоспособна и в тех случаях, когда, например, постоянное повышение платы за подключение новых объектов промышленности и новых поселений к централизованным сетям или за увеличение мощности подталкивает потребителей к строительству собственных источников энергии. Зоны преимущественного использования малой энергетики на территории России — районы Крайнего Севера и Дальнего Востока.

Общепринятого термина “малая энергетика” в настоящее время не существует. В электроэнергетике к малым принято относить электростанции мощностью до 30 МВт с агрегатами единичной мощностью не более 10 МВт. В соответствии с “Концепцией развития и использования возможностей малой и нетрадиционной энергетики в энергетическом балансе России” (1993 г.) к малым электростанциям в области возобновляемой энергетики отнесены нетрадиционные энергоустановки, использующие солнечную, ветровую, геотермальную энергию, энергию биомассы, низкопотенциальную теплоту, а также малые гидроэлектростанции и микроГЭС (с единичной мощностью агрегатов до 100 кВт).

Электростанции малой энергетики уступают крупным электростанциям централизованных систем электроснабжения в основном по показателям срока службы и удельной стоимости вырабатываемой электроэнергии. Малая генерация эффективна там, где расширение зоны централизованного энергоснабжения невозможно из-за крайней удаленности и незначительных энергонагрузок населенных пунктов.

Сегодня децентрализация электроснабжения (отказ от стопроцентного охвата территории централизованным электроснабжением) рассматривается как одно из направлений выхода из кризиса на отдельных территориях. При этом признается целесообразность обеспечения малых поселков локальными источниками электроснабжения. Наиболее перспективные направления повышения их энергетической эффективности — использование в энергетическом балансе регионов ВИЭ и оптимизация режимов работы основного энергетического оборудования. В качестве локальных источников рассматриваются дизельные, ветровые и солнечные электростанции, мини-ГЭС, многофункциональные энергетические комплексы на базе ветро- и дизельных электростанций, а также современные экономичные, высокоавтоматизиро-

ванные установки на местном органическом топливе [12].

Системы и средства малой энергетики на базе использования традиционных видов топлива, возобновляемых источников энергии и местных энергоресурсов являются важным дополнением к централизованному энергообеспечению, а для ряда объектов они могут стать основными. Это позволит обеспечить электроэнергией и теплотой автономных и удаленных сельских потребителей, а также экономить традиционные покупаемые энергоресурсы, используя комбинированные установки [13].

Для будущего развития энергетической отрасли важным фактором является географическое распределение электро- и теплопотребления, которое зависит от темпов развития регионов. Наиболее высокими (в 4,1 раза к 2030 г.) они предполагаются на Дальнем Востоке — территории с большим потенциалом развития, практически не реализованным в настоящее время. Регионами с наибольшими объемами электропотребления станут Якутия, Хабаровский край, Амурская область и Приморский край [12].

Применительно к регионам (областям) России рассматриваются две относительно независимые задачи [2, 15]:

обеспечение тепловой и электрической энергией городов и крупных объектов (для этого прежде всего необходимо провести ревизию всех источников энергии — электростанций и котельных);

ориентирование электрификации глубинки на развитие сетей и массовую малую генерацию, а главное — на использование местных и возобновляемых источников энергии.

Малая энергетика позволяет потребителю не зависеть от централизованного энергообеспечения и его состояния, использовать оптимальные для конкретных условий источники генерации. Она мобильна и локальна по своей сути, способна в кратчайшие сроки решать проблемы энергообеспечения на участках с дефицитом энергии, обеспечить потенциальное снижение затрат на производство энергии, высокое качество электроэнергии, повышенную энергетическую эффективность и ЭНБ. Кроме того, использование ВИЭ в малой энергетике дает весомый экологический эффект [16].

Установки малой энергетики характеризуются своей уникальностью, что обуславливает абсолютно индивидуальный подход, заключающийся в обязательном технико-экономи-

ческом обосновании их применения и учете при этом разных факторов: климатических условий, характера и мощности нагрузки, соотношения установленных мощностей, степени развития транспортной сети и т. п. Опыт эксплуатации в северных условиях энергетических установок различной структуры и природы (среди которых наиболее эффективны гибридные системы когенерационного типа, а также установки на базе ВИЭ) показал их эффективность. Но для активного внедрения малой энергетики требуется преодолеть несколько проблем (уже решенных в некоторых странах) [17]. К ним относятся:

более высокая стоимость 1 кВт генерирующей мощности на вторичных и возобновляемых источниках, чем у электростанций на углеводородном топливе. Разница в затратах (зависит от региона) возмещается за счет инвестиций на лизинговой основе;

необходим заявительный, а не разрешительный подход к подключению генерирующих мощностей ВИЭ на низком напряжении;

должна быть обязательность приобретения энергосистемой электроэнергии, выработанной ВИЭ.

Климатические и географические особенности децентрализованных зон определяют практическую возможность использования ВИЭ. Вполне вероятно, что в ближайшем будущем именно в децентрализованных источниках энергии будет увеличиваться доля ВИЭ. В общем случае системы децентрализованного электроснабжения на базе ВИЭ в зависимости от типа первичного энергоносителя можно разделить на следующие группы [3]:

- ветроэлектрические установки;
- фотоэлектрические модули;
- малые гидроэлектростанции;
- геотермальные станции;
- тепловые электростанции (когенерационные и тригенерационные системы), использующие биомассу в качестве первичного топлива и/или ископаемое топливо.

Повышение ЭНБ объектов за счет строительства собственных электростанций малой мощности на базе традиционных и возобновляемых источников энергии в последнее время находит поддержку государства в различных законопроектах, а также в рекомендациях расширенных форумов и конгрессов, объединяющих деловые, политические, научно-технические сообщества. Развитие малой распределенной энергетики в последние годы

стало особенно актуальным. По мнению экспертов [18], наиболее перспективны в этом плане в России Камчатка, Забайкалье и Республика Саха (Якутия), для которых единственным залогом процветания в сложившихся экономических условиях является создание собственной инфраструктуры на базе освоения местных природных ресурсов.

Список литературы

1. **Кудрин Б. И.** Об энергетической стратегии и энергетической безопасности России. — Промышленная энергетика, 2008, № 12.
2. **Энергетическая** стратегия России на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 августа 2003 г. № 1234-р). Энергетическая стратегия России на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р) (<http://www.mte.gov.ru>).
3. **Мировые** тенденции в области построения автономных систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии / М. А. Сурков, Б. В. Лукутин, Е. Ж. Сарисикеев, В. Р. Киушкина. — Интернет-журнал “Наукосведение”, 2012, № 4 (13) (<http://naukovedenie.ru/PDF/42tvn412.pdf>).
4. **Кожуховский И. С.** Расширение использования распределенных энергетических ресурсов в российской энергетике (Панельная дискуссия “Развитие и внедрение инновационных технологий в ТЭК” в рамках Саммита деловых кругов “Сильная Россия-2012”).
5. **Особенности** развития и функционирования малой энергетики / В. Я. Пейсахович, Б. Г. Санеев, И. Ю. Иванова, Т. Ф. Тугузова. — В кн.: Роль электростанций малой мощности в зонах децентрализованного энергоснабжения потребителей на Востоке России. УРАН, Институт Народнохозяйственного Прогнозирования. Открытый семинар “Экономические проблемы энергетического комплекса”. М., 2011 (<http://www.ecfor.ru/pdf.php?id=seminar/energo/z123>).
6. **Материалы** свободной энциклопедии Википедия (<http://ru.wikipedia.org>).
7. **World Alliance for Decentralized Energy** (<http://www.localpower.org>).
8. **Ваессен П., Зиленс Д.** Политика и стимулирование в области децентрализованной генерации. КЕМА Консалтинг, май 2007 г. (<http://www.leonardo-energy.org>).
9. **Децентрализованная** генерация и возобновляемые источники энергии. Качество электроэнергии и пособие по практическому применению (<http://leonardo-energy.ru/posobie-lpqi-ag/razdel-8-decentralizovannaya-generaciya-i-vozobnovlyaemye-istochniki-energii-2>).
10. **Блоем Я.** Внутреннее соединение компонентов систем децентрализованной генерации и их интеграция в сеть общего пользования. Качество электроэнергии и пособие по практическому применению (<http://leonardo-energy.ru/posobie-lpqi-ag/razdel-8-decentralizovannaya-generaciya-i-vozobnovlyaemye-istochniki-en8-decen>).
11. **Энергетические** аварии в мире в 1965 – 2007 гг. Справки РИА-Новости (<http://www.rian.ru/spravka/20071016/84095730.html/>).
12. **Электроэнергетика** России 2030: целевое видение / Под ред. Б. Ф. Вайнзихера. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.
13. **Перспективные** направления развития энергетической базы сельского хозяйства Российской Федерации / Д. С. Стребков, А. Ф. Тихомиров, Л. Д. Маньков и др. — В кн.: Стратегия развития и национальная безопасность. Материалы библиотеки АТМЦ (<http://atmc.cc/perspektivnyie-napravleniya-razvitiya-energeticheskoy-bazyi-selskogo-hozyaystva-rossiyskoy-federatsii/>).
14. **Малая** энергетика России. Материалы сайта компании ООО “АЭнерджи” (<http://aenergy.ru/358>).
15. **Кудрин Б. И.** Децентрализация энергетики — спасение для страны, монопольное мышление — путь в никуда. — Инновации в электроэнергетике, 2009, № 3.
16. **Ефремов Э. И.** Экономика топливно-энергетического комплекса Якутии. — Новосибирск: Наука, 2007.
17. **Кудрин Б. И.** (Техно)ценологические основания инновационного развития. — Большая энергетика, 2010, № 1(10).
18. **http:** //www.dveuk.ru/press/2/2012-11-23_1.htm (Электроэнергия. Передача и распределение, № 6 (15), ноябрь-декабрь).

viola75@mail.ru