

Территориальные особенности применения возобновляемых источников энергии в России

И.И. Дмитриев¹

¹ Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье УДК 69

Аннотация

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) значительно уменьшает воздействие человека на природную среду, минимизирует количество неиспользуемых вторичных отходов, а также оказывает благоприятное влияние на экономические и социальные потребности общества. Ученые всего мира с каждым годом открывают новые возможности для постепенной реализации эко-будущего всего человечества. В данном исследовании рассмотрены следующие возобновляемые источники энергии: солнечная энергия, биомасса, геотермальная, ветровая энергия, и гидроэнергетика. Приводятся примеры частичной реализации данных объектов ВИЭ, а также примеры интеграции их в городское пространство. Предложены рекомендации по использованию каждого определённого типа источников энергии для разных районов России. Авторы предлагают реализовать в южных районах страны комплексную систему по переработке солнечной энергии, а в районе крайнего севера - ветровую. Для Дальневосточного округа и Камчатки рекомендовано обратить внимание на геотермальные ресурсы. В аграрных районах страны, к примеру в районе Поволжья, наиболее эффективным является использование биоэнергетических ресурсов.

Ключевые слова: Возобновляемая энергия, Возобновляемые источники энергии, Природные ресурсы, Энергия ветра, Солнечная энергия, Биомасса, Биогаз, Геотермальная энергия

Содержание

1.	Введение	63
2.	Метод	64
3.	Результаты и обсуждение	64
4.	Заключение	70

Контактный автор:

1. +7(911)7587771, dmitriev.ivashka@ya.ru (Дмитриев Иван Игоревич, студент)

1. Введение

Доступная электрическая энергия является основой для создания социального общества, способного пользоваться во всей мере благами цивилизации. Немаловажно, что электроснабжение будущего обязано быть не только экономически целесообразным, но и автономным, постоянным и экологически безопасным [1,2]. Потому ископаемые источники энергии повсеместно должны быть постепенно заменены на возобновляемые источники энергии. Для России тема энергетической безопасности, несмотря на то, что страна является одним из крупнейших поставщиков энергетических ресурсов по всему миру, является чрезвычайно актуальной. В связи с ограниченностью природных ископаемых, мы обязаны задуматься о безболезненном переходе к другим источникам электроэнергии после выработки природных ресурсов, а желательно задолго до этого момента. Сейчас многие страны, особенно европейские, активно осуществляют реализацию проектов ВИЭ в качестве дополнительных источников энергии к традиционным. И с каждым годом доля генерируемой энергии у ВИЭ возрастает. В идеале, собственные ВИЭ способны полностью оградить страну от скачков цен на бирже, политической нестабильности стран-экспортеров нефти, а также устранить большую часть экологических проблем.



Рис. 1 Потребление электроэнергии в России в 2016 году, млрд. кВт·ч

По данным министерства энергетики Российской Федерации на 11.01.2017 за 2016 год в стране в Единой энергетической системе (ЕЭС) было произведено 1071,7 млрд. кВт·ч электроэнергии, из них выработка ГЭС (гидроэлектростанции) – 178,3, ТЭС (тепловые) – 614,3, АЭС (атомные) – 196,1, а электростанции промышленных предприятий – 59,5. Не трудно посчитать, что остальные источники энергии генерируют лишь 22 млрд. кВт·ч. При этом первый заместитель Министра энергетики РФ Алексей Текслер 4.10.2017 заявил, что сейчас «построены и введены порядка 130 МВт объектов ВИЭ». Это 130 000 кВт·ч или 0.00013 млрд. кВт·ч (без учета ГЭС), что составляет примерно 0,1% от всех энергетических потребностей РФ. Это катастрофически мало. Эта проблема должна решаться, причем не в далеком будущем, а уже здесь и сейчас.

Использование ископаемого топлива и парниковый эффект инициировали исследования альтернативных видов получения энергии. Углекислый газ (CO₂) вносит основной вклад в парниковый эффект. Согласно данным International Energy Agency [3] примерно 88% произведенной энергии в настоящее время основано на ископаемом топливе.

В статье [4, 5] уделено особое внимание, что европейские нормы энергетически эффективного строительства предлагают для создания зданий с почти нулевым потреблением электроэнергии, является использование источников возобновляемой энергии на территории строящегося сооружения. При этом в [6, 7] показано, что переход от экономически целесообразных зданий к объектам нулевого потребления энергии возможен без значительных затрат при использовании ВИЭ.

По мнению [8, 9], большинство городов не смогут достичь 100% получения энергии из возобновляемых источников из-за большой плотности населения, а значит колоссального энергопотребления на ограниченной территории. Следовательно, особое внимание в первую очередь следует уделить реализации ВИЭ в пригородных и сельских районах страны.

В нашей статье представлены основные типы ВИЭ, существующие на данный момент в мире.

Цель данной статьи – предложить рекомендации по использованию различных типов возобновляемых энергетических источников на территории России.

Для это решаются следующие задачи:

1. Провести анализ имеющихся возобновляемых природных ресурсов России (карты инсоляции, ветровые, геотермальные);
2. Рассмотреть особенности применения ВИЭ;
3. Проиллюстрировать рациональное применение ресурса на реализованном или запроектированном примере;

2. Метод

В данной статье используются следующие научные методы:

1. Конкретизация – выделение наиболее важных аспектов при решении проблемы, а именно создание рекомендаций по наиболее выгодному размещению станций ВИЭ на территории России;
2. Анализ существующих литературных источников;
3. Синтез – исходя из особенностей использования каждого объекта ВИЭ, создать комплекс рекомендаций территориального распределения возобновляемых энергетических источников в России.

3. Результаты и обсуждение

1. Что такое возобновляемая энергия?

IEA (МЭА – международная энергетическая ассоциация) определяет возобновляемую энергию как энергию, полученную из естественных процессов (например, солнечного света и ветра), которые пополняются быстрее, чем они потребляются. Аналогично, Департамент энергетики США утверждает, что возобновляемая энергия использует источники энергии, которые постоянно пополняются по своей природе.

К основным возобновляемым энергетическим ресурсам относятся: солнце, ветер, вода (гидрологические), тепло Земли (геотермальные) и растения (биомассы) [10].

2. Солнечная энергия

Солнечная энергия является самым популярным возобновляемым источником энергии ввиду своей естественности, эффективности и легко доступности.

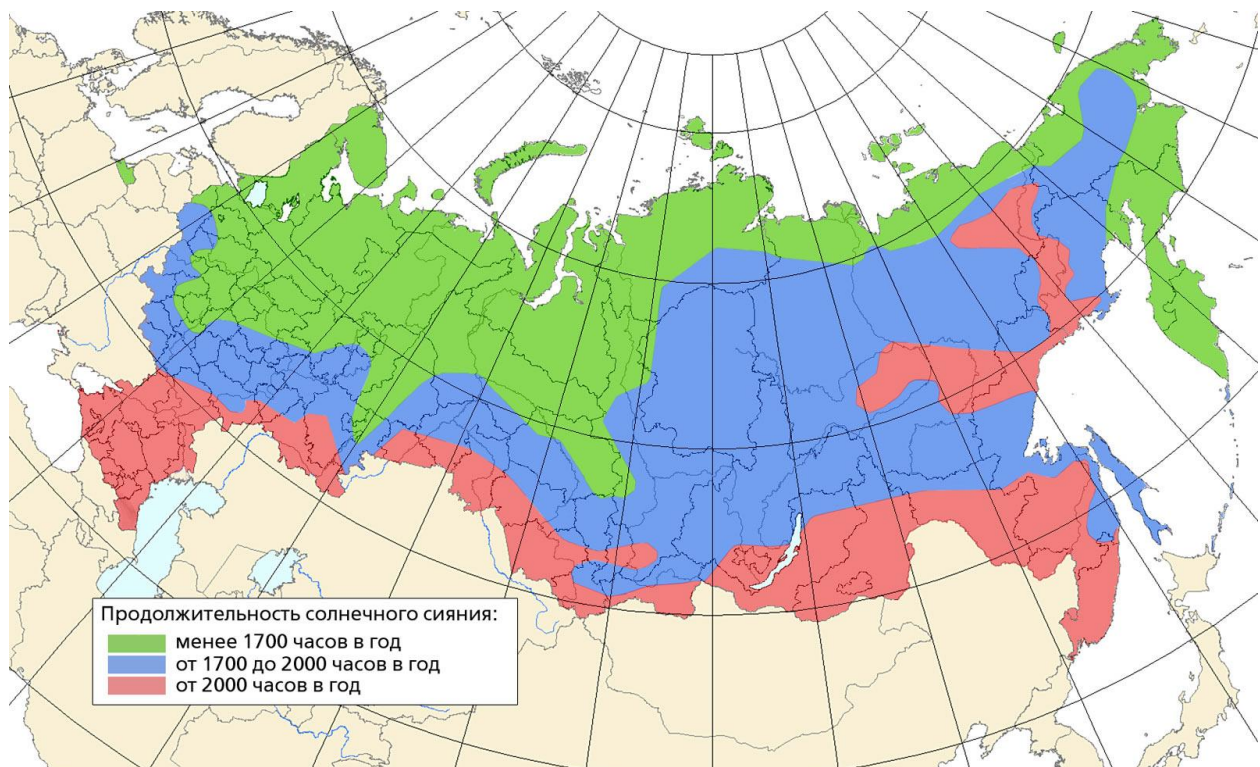


Рис. 2 Продолжительность солнечного сияния

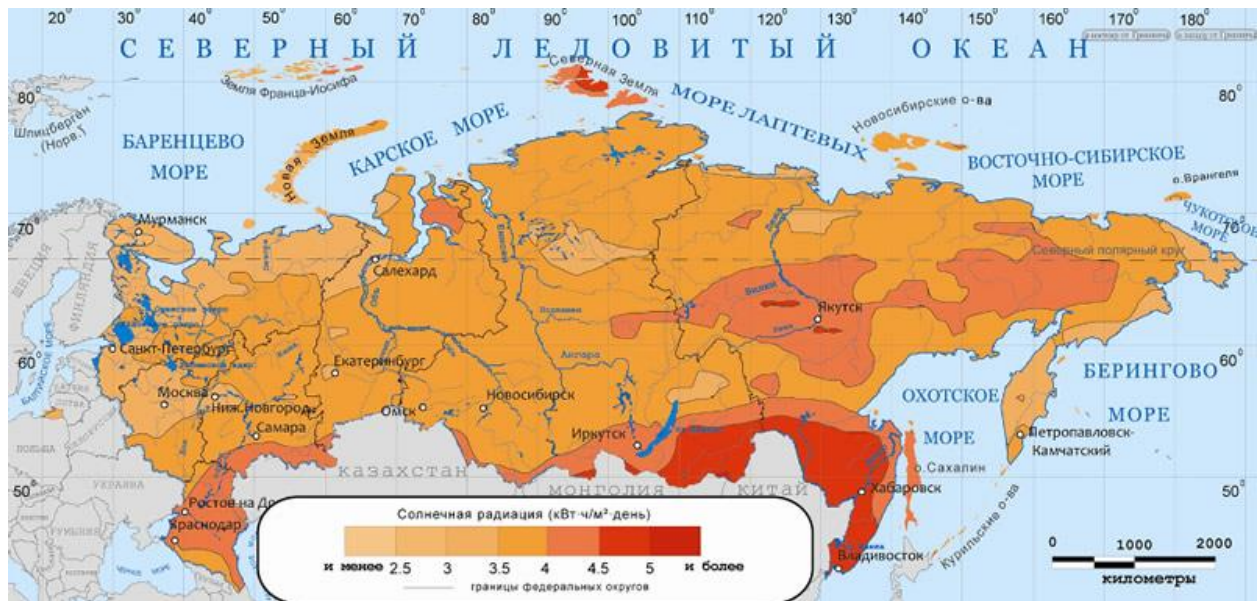


Рис.3 Карта распределения солнечной радиации в России

Анализируя карты продолжительности солнечного сияния и распределения солнечной радиации в России, можно сделать вывод, что районами, наиболее предрасположенными для создания станций на основе солнечных батарей, являются регионы юга России: Краснодарский и Ставропольский край, республики Кавказа, республика Бурятия, Иркутская, Амурская и Сахалинская области, Забайкальский, Приморский и Хабаровский край. Там средняя продолжительность солнечного света превышает 2000 часов в год, а среднее радиационное давление составляет $4,5 - 5 \text{ кВтч} / \text{м}^2$.

Несмотря на различные термины в методиках применения солнечной энергии, можно выделить 2 основные группы: термальные солнечные технологии (ТСТ) и фотоэлектрические преобразователи [11]. В этих технологиях солнечная энергия используется для выработки тепла, которое может использоваться как напрямую (первый тип), так и для генерации электроэнергии (второй). К последнему типу относятся солнечные батареи.

В США существует проект Solar Roadways [12-14], который предлагает перекрыть все автодороги страны специальными плитами «умных» солнечных батарей (рис. 4).

Автодороги солнечными элементами позволят сделать их автономными от внешнего источника электроэнергии дорожной инфраструктуры. Избыток же электроэнергии, получаемой от дорог, можно использовать и в отраслях народного и сельского хозяйства, что снизит экологические проблемы из-за частичного или полного отказа от других способов получения электроэнергии.

Разработчики предлагают разместить в покрытии дороги различные коммуникации: электрические сети, связь, кабельное телевидение, высокоскоростной интернет. Это позволит отказаться от столбов и проводов, расположенных вдоль автомобильных дорог [15].



Рис. 4. Пример использования «умных» солнечных батарей. Проект Solar Roadways

В статье [16] приводится пример расчета установки панелей в городе Сочи для корпуса Сочинского государственного университета. По мнению исследователей, проект выйдет в положительный баланс уже на четвертый год использования солнечных батарей.

3. Гидроэнергия

Среди различных источников энергии гидроэлектростанции являются предпочтительными, поскольку они экологически безопасны и имеют низкий потенциальный риск. Гидроэлектростанции являются экологически чистыми, возобновляемыми, долгосрочными и эффективными источниками энергии с низкими эксплуатационными расходами и без затрат на топливо.

Гидросистемы генерируют энергию из вращения лопастей гидротурбин вследствие движения (падения) воды. Механическая энергия преобразуется в электричество. Гидроэлектростанции строятся двумя способами. Проекты «Речного типа» используют естественный поток реки, отводя его в каналы, ведущие в электростанцию. Во второй конфигурации вода хранится в резервуаре (плотине) и при необходимости отправляется на турбины для производства электроэнергии.

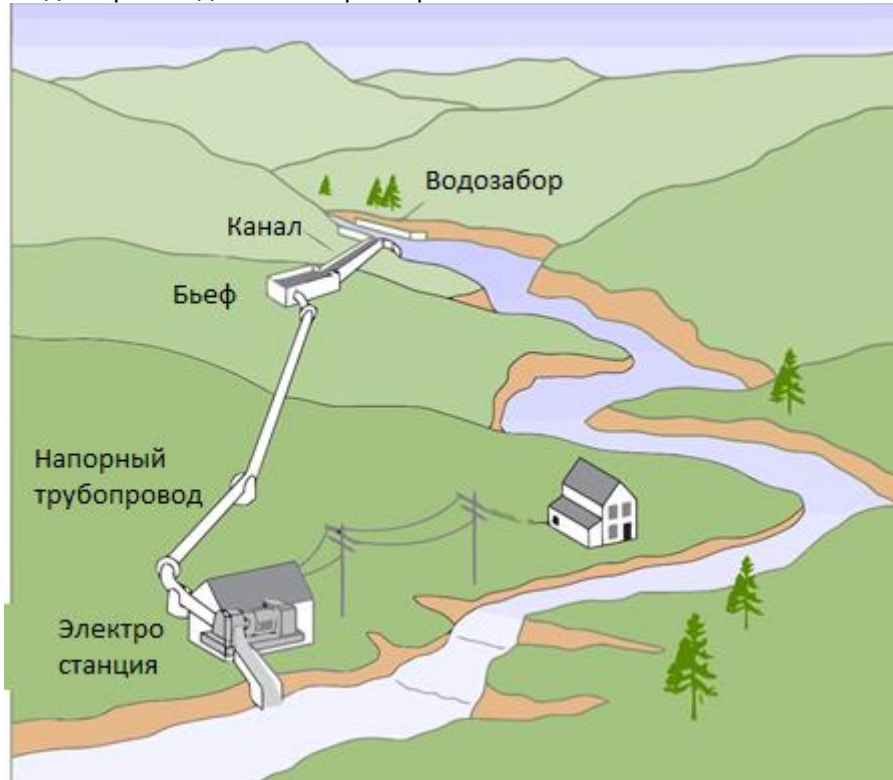


Рис. 5 Мини-ГЭС речного типа



Рис. 6 Саяно-Шушенская ГЭС – плотинный тип

На данный момент гидроэнергия является самой развитой в России по сравнению с прочими типами ВИЭ. На рисунке 7 показаны крупнейшие ГЭС России.

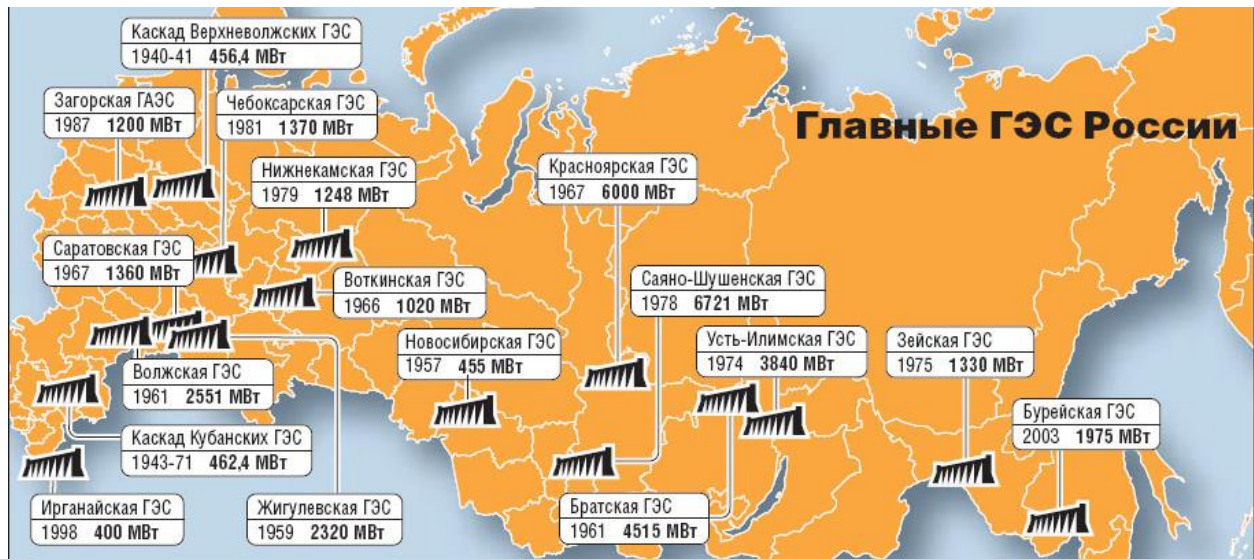


Рис. 7 Крупнейшие ГЭС России

По данным [17] РФ относится к числу ведущих мировых производителей электроэнергии на ГЭС. На нашу страну приходится более 5 % мирового производства. По выработке гидроэлектроэнергии РФ занимает пятое место в мире. Однако если рассматривать ВИЭ без учёта ГЭС, то в уровень развития больше зависит экономического уровня, а не только географических предпосылок.

4. Ветровая энергия

Ветер является неограниченным местным источником энергии, который практически никак негативно не воздействует на окружающую среду и не увеличивает её загрязнение. Ветер используется во всем мире как отличный способ производства электроэнергии для обеспечения растущей потребности в энергии. Ротор ветровой турбины (обычно состоящий из трех лопастей) преобразует кинетическую энергию ветра в механическую, а генератор в свою очередь продуцирует на её основании электричество.



Рис. 8 Ветровые электрические турбины

Главное при постройке ветровых турбин – это правильный выбор места строительства. На карте ветров России (рис. 9) можно увидеть, что самыми благоприятными регионами для постройки ветряков являются зоны севера России, в которых среднегодовая скорость ветра превышает 10 м/с, а также Дальний Восток. По мнению [18], ветрогенераторы наиболее эффективны в поселениях Севера, а также для автономных потребителей, находящихся на отдалении от централизованных систем энергоснабжения.



Рис. 9 Карта ветровых ресурсов России.

К примеру, средняя скорость ветра в Шотландии (одной из самых продвинутых областей Великобритании в использовании ВИЭ) на уровне Кольского полуострова или Калмыкии в России, при этом ветровые источники энергии генерируют до 62,66% всех энергетических потребностей Шотландии в целом. Это около 1,11 млрд. кВт·ч, что в целом не сможет удовлетворить все потребности России в энергии, но может сделать какую-либо из областей РФ энергетически автономной.

Проектирование и производство ветряных турбин еще не обсуждались в планах министерства энергетики, а потому могут быть привлекательны для реализации частными компаниями.

5. Геотермальная энергия

Геотермальная технология использует последние разработки в области технологий бурения на глубины до 5 км (температура Земли повышается в среднем на 20°C при углублении до 1 км). В таких системах вода закачивается в горячую горную породу через одну скважину, затем ее нагревает раскаленная подземная масса литосферы, которая впоследствии забирается из другого колодца. Однако, неправильное расположение электростанций и неправильное бурение колодцев с горячим паром могут привести к утечке опасных веществ как бор, мышьяк, ртуть и благородные газы. Существует также риск истощения жидкости, если вода не закачивается обратно в колодец после использования. В России единственным высокопотенциальным геотермальным источником является полуостров Камчатка и курильские острова.

По данным [19], в России ресурсы геотермальной энергии в верхнем слое коры (до 3 км) составляют 180 трлн. тонн условного топлива. Использование только около 0,2 % этого потенциала могло бы покрыть потребности страны в энергии.



Рис. 10 Карта геотермальных ресурсов России.

В числе преимуществ этого вида энергии следующие [20]:

- Возобновляемость;
- Независимость от внешних условий;
- Универсальность в водоснабжении, теплоснабжении и генерации электроэнергии;
- Экологичность;
- Компактность.

Недостатки:

- Выбросы пара, в составе которого могут содержаться вредные примеси;
- Утилизация воды после использования – воду необходимо сливать обратно в глубокие слои, либо в океан (из-за высокого содержания солей различных металлов);
- Высокая начальная стоимость станции.



Рис. 11. ГеоТЭС в окрестностях вулкана Крафла (Исландия)

6. Биоэнергетика

Биоэнергия генерируется из биотоплива - органических материалов, таких как деревья, сельскохозяйственные остатки, останки животных, травы, водных растений и городских отходов. Биоэнергетическая технология экстрагирует энергию, хранящуюся в биотопливе, путем прямого сгорания или путем преобразования топлива в древесный уголь, жидкость или газ

К примеру, в статье [21] представлены технологии использования гнилого картофеля и кукурузы для выработки метана. Эти продукты нельзя использовать в пищу, но вместо утилизации овощей, их можно использовать в качестве источника экологически чистого топлива.

Биогаз - это многосторонний источник возобновляемой энергии, который может заменить обычное топливо для производства тепла и энергии; он также может быть использован как газообразное топливо в автомобильной промышленности. Биометан (биогаз) также может заменить природный газ в производстве химических веществ [22].

Данный тип ВИЭ наиболее предпочтителен для реализации в сельских районах, где существуют избыток сырья для получения биоэнергетических ресурсов.

4. Заключение

В настоящее время Россия находится на начальном этапе перехода от ископаемых к возобновляемым источникам энергии. Но это позволяет нам в полной мере учесть опыт Европы и мирового сообщества. Изучение существующих проектов позволит сэкономить средства для эффективной реализации самых успешных проектов в области ВИЭ. У России сейчас маленький процент использования данных технологий, но наша страна продолжает свое развитие, включая и эту сферу. Процент использования гидроресурсов чрезвычайно высок, однако, источники солнечной энергии, ветра, биогаза и биомассы, геотермальной энергии не реализованы в той мере, которой они заслуживают. Создаваемый излишек энергии при использовании ВИЭ может быть экспортирован в другие страны, а также использован для наращивания производственных мощностей страны.

Однако к ВИЭ не стоит подходить как к мгновенному способу по решению всех экологических и энергетических проблем. По данным [23], в Германии ветровые и солнечные генераторы практически не уменьшили выбросы CO₂ из-за снижения цен на уголь и последующего увеличения добычи угля.

Основные проблемы интеграции ВИЭ связаны с фундаментальными особенностями наиболее распространенных технологий ВИЭ - ветра и солнца. Они в первую очередь обладают изменчивостью и неопределенностью [24]. Эти недостатки ВИЭ становятся препятствиями для их интеграции в энергетическую систему. Поэтому особое внимание стоит обратить на комбинированные системы получения энергии, обеспечивающие в негативный период одного из источников компенсировать недополученную энергию другим [25].

В статье представлены рекомендации по территориальному использованию возобновляемых энергетических ресурсов, к которым относятся солнце, ветер, вода (гидрологические), тепло Земли (геотермальные) и растения (биомассы). В статье предлагается реализовать в южных районах страны комплексную систему по переработке солнечной энергии, а в районе крайнего севера - ветровую. Для Дальневосточного округа и Камчатки рекомендовано обратить внимание на геотермальные ресурсы. В аграрных районах страны, к примеру в районе Поволжья, наиболее эффективным является использование биоэнергетических ресурсов.

Литература

- [1]. Зубарева В.Д., Аристова А.И. Анализ состояния и развития альтернативных источников энергии в мире // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2011. № 2. С. 33-38.
- [2]. Александрова А.А. Преимущества использования возобновляемых источников энергии по сравнению с традиционными источниками энергии // В сборнике: научные основы современного прогресса сборник статей международной научно-практической конференции. 2016. С. 6-7.
- [3]. International Energy Agency. World energy outlook special report 2015: Energy and climate change. Final report. Paris: OECD/IEA; 2015
- [4]. Корниенко С.В., Попова Е.Д. "Зеленое" строительство в России и за рубежом // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 4 (55). С. 67-93.
- [5]. Корниенко С.В. Зеленое строительство -

References

- [1]. Zubareva V.D., Aristova A.I. Analiz sostoyaniya i razvitiya al'ternativnykh istochnikov energii v mire [Analysis of the state and development of alternative energy sources in the world] // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. 2011. No 2. Pp. 33-38. (rus)
- [2]. Aleksandrova A.A. Preimushchestva ispol'zovaniya vozobnovlyayemykh istochnikov energii po sravneniyu s traditsionnymi istochnikami energii [Advantages of using renewable energy sources in comparison with traditional energy sources] // V sbornike: nauchnyye osnovy sovremennogo progressa sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2016. Pp. 6-7. (rus)
- [3]. International Energy Agency. World energy outlook special report 2015: Energy and climate change. Final report. Paris: OECD/IEA; 2015
- [4]. Korniyenko S.V., Popova Ye.D. "Zelenoye" stroitel'stvo v Rossii i za rubezhom ["Green" construction in Russia and abroad]. Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy. 2017.

- комплексное решение задач энергоэффективности, экологии и экономии // Энергосбережение. 2017. Т. 3. № -3. С. 22–27.
- [6]. Ferreira M., Almeida M., Rodrigues A. Cost-optimal energy efficiency levels are the first step in achieving cost effective renovation in residential buildings with a nearly-zero energy target//Energy and Buildings. 2016. No. 133. Pp. 724-737.
- [7]. Корниенко С.В. Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность – приоритетные задачи "зеленого" строительства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 49 (68). С. 167–177.
- [8]. Pierre Peigné Prospective modelling of the hourly response of local renewable energy sources to the residential energy demand in a mixed urban-rural territory. Energy Procedia, Volume 122, September 2017, Pp. 793-798
- [9]. Bringault A., Eisermann M., Lacassagne S. Vers des villes 100% énergies renouvelables et maîtrisant leur consommation - Pistes de réflexion et d'action, CLER, Energy Cities, Réseau Action Climat, septembre 2016. Pp. 1-28
- [10]. Ayşenur Erdil, Hikmet Erbiyik Renewable Energy Sources of Turkey and Assessment of Sustainability. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 207, 20 October 2015, Pp. 669-679
- [11]. Коротков С.Е. Экологическое преимущество возобновляемых источников энергии (ветровая и солнечная энергетика) // В сборнике: Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета. 2014. С. 172-174.
- [12]. Kulkarni A.A.. "Solar roadways" – rebuilding our infrastructure and economy // International journal of engineering research and applications (IJERA), vol. 3, issue 3, 2013, Pp. 1429-1436.
- [13]. Mallick R. B. Capturing solar energy from asphalt pavements // International symposium on asphalt pavements and environment, international society for asphalt pavements, Zurich, Switzerland. 2008, Pp. 12-29
- [14]. Xu G. Solar roadways // V sbornike: Rasshirennoye vosproizvodstvo innovatsionnoy ekonomiki i intensivatsiya sprosna na innovatsii v Rossii Sbornik nauchnykh statey. FGBOU VPO «Rossiyskiy ekonomicheskii universitet imeni G.V. Plekhanova»; Pod redaktsiyey L.P. Goncharenko, S.A. Filina; Sostaviteli Ye.Ye. Nalesnaya, L.A. Kuranova. 2016. Pp. 128-130.
- [15]. Дмитриев И.И., Кириллов А.М., Умные дороги и Интеллектуальная транспортная система, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №2 (53). С. 7-28.
- [16]. Коровина Д.В., Кириллов А.М. Перспективы развития солнечной энергии и резервного No 4 (55). Pp. 67–93.
- [5]. Korniyenko S.V. Zelenoye stroitel'stvo – kompleksnoye resheniye zadach energoeffektivnosti, ekologii i ekonomii [Green construction - a comprehensive solution of energy efficiency, ecology and economy]. Energoberezeniye. 2017. V. 3. No -3. Pp. 22–27.
- [6]. Ferreira M., Almeida M., Rodrigues A. Cost-optimal energy efficiency levels are the first step in achieving cost effective renovation in residential buildings with a nearly-zero energy target. Energy and Buildings. 2016. No. 133. Pp. 724-737.
- [7]. Korniyenko S.V. Energoeffektivnost', ekologicheskaya bezopasnost', ekonomicheskaya effektivnost' – prioritetyye zadachi "zelenogo" stroitel'stva [Energy efficiency, environmental safety, economic efficiency - priority tasks of "green" construction]. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2017. No 49 (68). Pp. 167-177
- [8]. Pierre Peigné Prospective modelling of the hourly response of local renewable energy sources to the residential energy demand in a mixed urban-rural territory. Energy Procedia, Volume 122, September 2017, Pp. 793-798
- [9]. Bringault A., Eisermann M., Lacassagne S. Vers des villes 100% énergies renouvelables et maîtrisant leur consommation - Pistes de réflexion et d'action, CLER, Energy Cities, Réseau Action Climat, septembre 2016. Pp. 1-28
- [10]. Ayşenur Erdil, Hikmet Erbiyik Renewable Energy Sources of Turkey and Assessment of Sustainability. Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 207, 20 October 2015, Pp. 669-679
- [11]. Korotkov S.Ye. Ekologicheskoye preimushchestvo vozobnovlyayemykh istochnikov energii (vetrovaya i solnechnaya energetika) [Ecological advantage of renewable energy sources (wind and solar energy)] // V sbornike: Ekologiya i bezopasnost' v tekhnosfere: sovremennyye problemy i puti resheniya Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, aspirantov i studentov. Yurginskiy tekhnologicheskii institut (filial) Natsional'nogo issledovatel'skogo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2014. Pp. 172-174. (rus)
- [12]. Kulkarni A.A.. "Solar roadways" – rebuilding our infrastructure and economy // International journal of engineering research and applications (IJERA), vol. 3, issue 3, 2013, Pp. 1429-1436.
- [13]. Mallick R. B. Capturing solar energy from asphalt pavements // International symposium on asphalt pavements and environment, international society for asphalt pavements, Zurich, Switzerland. 2008, Pp. 12-29
- [14]. Xu G. Solar roadways // V sbornike: Rasshirennoye vosproizvodstvo innovatsionnoy ekonomiki i intensivatsiya sprosna na innovatsii v Rossii Sbornik nauchnykh statey. FGBOU VPO «Rossiyskiy ekonomicheskii universitet imeni G.V. Plekhanova»; Pod redaktsiyey L.P. Goncharenko, S.A. Filina; Sostaviteli Ye.Ye. Nalesnaya, L.A. Kuranova. 2016. Pp. 128-130.
- [15]. Dmitriev I.I., Kirillov A.M. Smart roads and Intellectual transport system. Construction of Unique Buildings and Structures. 2017. 2 (53). Pp. 7-28. (rus)
- [16]. Korovina D.V., Kirillov A.M. Perspektivy razvitiya solnechnoy energii i rezervnogo elektrosnabzheniya [Prospects for the development of solar energy and backup power supply] // V

- электроснабжения // В сборнике: Материалы VII Международной студенческой научно-практической конференции «Студенческие научные исследования в сфере туризма и спортивного менеджмента». 2015. С. 279-282.
- [17]. Дегтярев К.С. Географические факторы развития возобновляемой энергетики // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2015. № 6. С. 86-95.
- [18]. Баринов А.В., Шкалев Н.А Ветровая энергия // Изобретательство. 2011. Т. 11. № 8. С. 42-44
- [19]. Ермолаева Д.Е. Геотермальная энергия как основной источник энергии для будущего развития энергетики // В сборнике: Научные механизмы решения проблем инновационного развития сборник статей международной научно-практической конференции: в 4 частях. 2017. С. 9-22.
- [20]. Матвеева Е.А., Ореховская И.А. Геотермальная энергия в системах теплоснабжения инженерных сетей // В сборнике: Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов Сборник докладов III Международной молодежной научной конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 61-64.
- [21]. Aleksandra Krzywika, Stanislaw Szwaja Putrid Potatoes as Biomass Charge to an Agricultural Biomass-to-Biogas Power Plant. Energy Procedia, Volume 118, August 2017, Pages 40-45
- [22]. Spyridon Achinas, Vasileios Achinas, Gerrit Jan Willem Euverink A Technological Overview of Biogas Production from Biowaste. Engineering, Volume 3, Issue 3, June 2017, Pp. 299-307
- [23]. Agora EnergieWende, The German energiewende and its climate paradox: an analysis of power sector trends for renewables, coal, gas, nuclear power and CO2 emissions, 2010–2030. Tech. rep.; 2014. Pp. 1-22
- [24]. Verzijlbergh R.A, De Vries L.J., Dijkema G.P.J., Herder P.M. Institutional challenges caused by the integration of renewable energy sources in the European electricity sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 75, August 2017, Pp. 660-667
- [25]. Стребков Д.С., Сокольский А.К., Джайлани А.Т.А. Комбинированные электростанции для автономных сельскохозяйственных потребителей в Египте // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2009. № 3. С. 42-44
- sbornike: Materialy VII Mezhdunarodnoy studencheskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Studencheskiye nauchnyye issledovaniya v sfere turizma i sportivnogo menedzhmenta». 2015. Pp. 279-282. (rus)
- [17]. Degtyarev K.S. Geograficheskiye faktory razvitiya vozobnovlyayemoy energetiki [Geographical factors of renewable energy development] // Santekhnika, otopleniye, konditsionirovaniye. 2015. No 6. Pp. 86-95. (rus)
- [18]. Barinov A.V., Shkalev N.A Vetrovaya energiya [Wind power] // Izobretatel'stvo. 2011. T. 11. No 8. Pp. 42-44 (rus)
- [19]. Yermolayeva D.Ye. Geotermal'naya energiya kak osnovnoy istochnik energii dlya budushchego razvitiya energetiki [Geothermal energy as the main source of energy for the future development of energy] // V sbornike: Nauchnyye mekhanizmy resheniya problem innovatsionnogo razvitiya sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v 4 chastyakh. 2017. Pp. 9-22. (rus)
- [20]. Matveyeva Ye.A., Orekhovskaya I.A. Geotermal'naya energiya v sistemakh teplosnabzheniya inzhenernykh setey [Geothermal energy in systems of heat supply of engineering networks] // V sbornike: Ekologiya i ratsional'noye prirodopol'zovaniye agropromyshlennykh regionov Sbornik dokladov III Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii. Belgorodskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskiy universitet im. V.G. Shukhova. 2015. Pp. 61-64. (rus)
- [21]. Aleksandra Krzywika, Stanislaw Szwaja Putrid Potatoes as Biomass Charge to an Agricultural Biomass-to-Biogas Power Plant. Energy Procedia, Volume 118, August 2017, Pages 40-45
- [22]. Spyridon Achinas, Vasileios Achinas, Gerrit Jan Willem Euverink A Technological Overview of Biogas Production from Biowaste. Engineering, Volume 3, Issue 3, June 2017, Pp. 299-307
- [23]. Agora EnergieWende, The German energiewende and its climate paradox: an analysis of power sector trends for renewables, coal, gas, nuclear power and CO2 emissions, 2010–2030. Tech. rep.; 2014. Pp. 1-22
- [24]. Verzijlbergh R.A, De Vries L.J., Dijkema G.P.J., Herder P.M. Institutional challenges caused by the integration of renewable energy sources in the European electricity sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 75, August 2017, Pp. 660-667
- [25]. Strebkov D.S., Sokol'skiy A.K., Dzhaylani A.T.A. Kombinirovannyye elektrostantsii dlya avtonomnykh sel'skokhozyaystvennykh potrebiteley v Yegipte [Combined power plants for autonomous agricultural consumers in Egypt] // Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina. 2009. No 3. Pp. 42-44 (rus)

Дмитриев И.И., Территориальные особенности применения возобновляемых источников энергии в России// Alfabuild. 2018. №2(4). С. 62-73

Dmitriev I. Territorial features of renewable energy in Russia. Alfabuild, 2018, 2(4), Pp. 62-73(rus)

Territorial features of renewable energy in Russia

I. Dmitriev¹

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

Article info

review article

Abstract

The use of renewable energy sources (RES) significantly reduces the human impact on the natural environment, minimizes the amount of unused secondary waste, and also has a beneficial effect on the economic and social needs of society. Scientists from all over the world are discovering new opportunities every year for the gradual realization of the eco-future of all mankind. In this study, the following renewable energy sources are considered: solar energy, biomass, geothermal, wind energy, and hydropower. Examples of partial implementation of these RES objects are given, as well as examples of their integration into the urban space. Recommendations are offered on the use of each certain type of energy source for different regions of Russia. The authors propose to implement in the southern regions of the country a complex system for the processing of solar energy, and in the region of the extreme north - wind. For the Far Eastern District and Kamchatka, it is recommended to pay attention to geothermal resources. In the agricultural regions of the country, for example in the Volga region, the most effective is the use of bioenergetic resources.

Keywords:

Renewable energy, Renewable energy sources, Natural Resources, Wind power, Solar energy, Biomass, Biogas, Geothermal Energy

Corresponding author

1. +7(911)7587771, dmitriev.ivashka@ya.ru (Dmitriev Ivan, Student)