Энергосбережение и энергоэффективность

УДК 330.3: 504.062.2

© С. В. Шилкина, канд. техн. наук, доцент
(Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет)
E-mail: shilkina@bk.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-3-137-146

© S. V. Shilkina, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Moscow State University of Civil Engineering
(National Research University))
E-mail: shilkina@bk.ru

ЭКОНОМИКА РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ В РОССИИ С УЧЕТОМ МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

ECONOMY OF ELECTRIC POWER INDUSTRY DEVELOPMENT ON RENEWABLE ENERGY SOURCES IN RUSSIA TAKING INTO ACCOUNT THE WORLD TENDENCIES

В России доля электростанций на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) остается незначительной — около 0,1 % от всей установленной мощности страны. Развитие этого перспективного направления происходит в основном в тех российских регионах, где используется дизельное топливо при весьма высоких потенциальных возможностях солнечной и ветровой энергии. Проекты по развитию ВИЭ в России экономически обоснованы для изолированных энергосистем и позволяют снизить потребление дорогого низкоэкологичного дизельного топлива. Приведенные расчеты подтверждают необходимость замены части электрогенерирующего оборудования дизельных станций на солнечные электростанции. Развитию возобновляемой энергетики в стране необходимо содействовать, ускоренно внедряя данный ресурс в районах автономного энергообеспечения, где использование ВИЭ дает хороший экономический эффект.

Ключевые слова: электроэнергетика, возобновляемые источники энергии, выработка электроэнергии по типам топлива, ветроэнергетические установки, солнечные электростанции, финансово-экономическая модель, технико-экономическое обоснование проекта.

The article considers the problem of electric power industry development on renewable energy sources. It is noted that in Russia, the share of power plants working on renewable energy sources (RES) remains insignificant, it is about 0.1% of the total installed power capacity of the country. The development of this promising direction occurs mainly in those Russian regions where diesel fuel is used at very high potential of solar and wind energy. Projects for the development of renewable energy in Russia are economically justified for isolated power systems and allow reducing the consumption of expensive, low-energy diesel fuel. These calculations confirm the need to replace a part of the electric generating equipment of diesel stations with solar power plants. The development of renewable energy in the country should be promoted, rapidly introducing this resource in the areas of autonomous energy supply, where the use of RES gives a good economic effect.

Keywords: power industry, renewable energy sources, power generation by fuel types, wind turbines, solar power plants, financial and economic model, feasibility study of the project.

Введение. 2018 год можно считать юбилейным для электроэнергетики. Ровно 140 назад, в 1878 г., немецкий инженер Зигмунд Шуккерт выиграл контракт на установку электрического освещения в новых дворцах Линдерхофа в баварском городке Этталь. В его мастерской Schuckert & Co была

спроектирована и построена паровая электростанция для освещения грота в дворцовом саду.

В настоящее время электроэнергетика является неотъемлемой частью всех сфер человеческой деятельности (рис. 1). Во многом это обусловлено уникальной возможностью электроэнергии

Рис. 1. Взаимосвязь электроэнергетики с секторами экономики

генерировать практически любой другой тип энергии.

Производство электроэнергии осуществляется на электрических станциях четырех типов: тепловые; гидроэлектростанции; атомные; электростанции на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Опережающее развитие ВИЭ в последние годы стало возможным благодаря дотированию рядом государств производства и/или потребления электроэнергии на основе возобновляемых ресурсов [1].

Развитие электроэнергетики в общемировом масштабе стало следствием роста потребления электроэнергии, особенно в развивающихся странах (рис. 2, по данным International energy agency (IEA)). Виды топлива, применяемые на

Рис. 2. Общий валовой объем производства электроэнергии, ТВт · ч

электростанциях в разных странах, во многом зависят от его доступности в данном регионе, стоимости его добычи (доставки), наличия тех или иных технологий производства электроэнергии. В результате в 2016 г. в мире сложилась следующая структура производства электроэнергии (рис. 3, по данным IEA).

При этом динамика структуры выработки электроэнергии в разрезе отдельных видов топлива для электростанций значительно различается в развитых и развивающихся странах (рис. 4, 5, по данным IEA).

Особенно высокими были темпы роста солнечной и ветровой энергии, они росли в среднем на 45,5 и 24,0 % в год соответственно (рис. 6, по данным IEA).

Подобная динамика стала возможной не только из-за очень низкой базы в 1990 г. для этих типов электростанций, но и во многом благодаря

Рис. 3. Структура топливной составляющей в мировом производстве электроэнергии в 2015 г.

Рис. 4. Динамика изменения структуры производства электроэнергии по видам топлива в развитых странах (члены ОЭСР), в % от общего объема

Рис. 6. Среднегодовые темпы роста поставок электроэнергии в мире по видам возобновляемых источников энергии с 1990 по 2015 г.

Рис. 5. Динамика изменения структуры производства электроэнергии по видам топлива в развивающихся странах (не члены ОЭСР), в % от общего объема

Рис. 7. Изменение стоимости оборудования для производства различных видов энергии с 2008 по 2016 гг. (ВЭС — ветровые электростанции, СЭС — солнечные электростанции)

существенному снижению стоимости производства оборудования для ВИЭ (рис. 7, по данным IEA).

При этом надо реально оценивать, что подобное развитие ВИЭ было бы невозможно без государственной поддержки. Инвестиции в развитие ВИЭ (без ГЭС) в 2014 г. в мире достигли 270 млрд долл., а в 2016 г. установленная мощность электростанций на ВИЭ (без ГЭС) достигла 780 ГВт. В результате за последние годы более половины всех вводов мощностей новых электростанций в мире использовали технологии на основе ВИЭ [2].

Россия входит в пятерку стран-лидеров по производству электроэнергии. В электроэнергетический комплекс РАО «Единая энергетическая система России» (РАО «ЕЭС России») входит около 700 электростанций мощностью свыше 5 МВт. На начало 2017 г. общая установленная мощность электростанций «ЕЭС России» составила 236,34 гВт, а за 2017 г. она увеличилась еще на 3,5 гВт (табл. 1, по данным АО «СО ЕЭС»).

Российская экономика является самой «газовой» в мире, в том числе газ — основное топливо для тепловых электростанций, с которыми конкурируют АЭС в европейской части и ГЭС —

Таблица 1

Структура установленной мощности электростанций ЕЭС России

Дата	Всего, МВт	ТЭС		ГЭС		ВЭС		СЭС		АЭС	
		МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%	МВт	%
01.01.2017	236 344	160 242	67,80	48 086	20,34	10,9	0,01	75,2	0,03	27 929	11,82
01.01.2018	239 812	162 780	67,88	48 450	20,20	134,4	0,06	534,2	0,22	27 914	11,64

Примечание. ВЭС — ветровые электростанции; СЭС — солнечные электростанции.

Рис. 8. Структура выработки электроэнергии по типам топлива по странам и регионам мира

в Сибири. Угольная энергетика занимает значительно меньшую долю. Для наглядности приведем данные по выработке электроэнергии по типам топлива по ряду стран и регионов мира (рис. 8)¹.

Учитывая структуру топливного баланса, можно оценить удельные значения выбросов углекислого газа (CO_2) в ряде стран. Результаты расчетов представлены на рис. 9 [3]. Проведенная оценка эмиссии CO_2 показала, что наилучшие показатели из рассматриваемых стран имеют Дания и Российская Федерация, что обусловлено большей долей ВИЭ в Дании и значительной газовой составляющей в России.

Кроме того, следует отметить, что у России один из лучших показателей по общему уровню выбросов CO_2 в мире [4]. Сравнительная динамика этого показателя представлена на рис. 10.

¹ Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. Бюллетень социально-экономического кризиса в России: Динамика потребления электроэнергии как индикатор экономической активности. 2016. 20 с. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/7945.pdf>

Рис. 9. Сравнение удельных значений выброса CO_2 на выработку

Относительно внедрения возобновляемой энергетики в России следует отметить, что по данным АО «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») за последний год развитие ВИЭ в стране получило новый импульс. В результате за 2017 г. многократно возросла выработка электроэнергии данными типами электростанций (табл. 2).

В настоящее время в России ВИЭ не смогут составить существенную конкуренцию традиционным способам выработки электроэнергии. Однако в ряде регионов ВИЭ смогли бы успешно развиваться.

Далее предлагается более подробно проанализировать условия, при которых строительство ВИЭ было бы экономически оправдано.

В России существуют огромные территории с крайне низкой плотностью населения, изолированные от центрального энергоснабжения (рис. 11). Электроэнергия изолированных

Рис. 10. Динамика выбросов CO_2 по ведущим странам и регионам мира, 1985–2016 гг., млрд т CO_2 в год

Таблица 2

**Баланс выработки электроэнергии в ЭЭС
России в 2016 и 2017 гг.**

Показатель	2016 год, млн кВт · ч	2017 год	
		млн кВт · ч	2017/2016 г., %
Выработка электро- энергии, всего	1 048 456,9	1 053 861,9	100,3
в том числе:			
ТЭС	673 676,2	671 349,4	99,7
ГЭС	178 306,1	178 901,6	100,3
АЭС	196 397,8	202 917,0	103,3
ВЭС	5,0	131,0	2 620,0
СЭС	71,7	563,0	785,2

Рис. 11. Энергосистемы России: ОЭС — объединенная энергосистема

энергосистем в небольших населенных пунктах вырабатывается на дизельных электростанциях (ДЭС). Основная проблема — высокая стоимость как самого топлива, так и его доставки. В результате экономически обоснованный тариф на электроэнергию в зоне децентрализованного электроснабжения превышает 30 руб./кВт · ч [5].

Основные проблемы в изолированных энергосистемах:

- малая мощность каждой отдельной энергосистемы (50 кВт – 12 МВт);
- изношенное оборудование с высоким расходом топлива, при этом жесткая необходимость резервирования мощности;
- невозможность технической модернизации в связи с недостаточностью собственных источников, формируемых локальной энергетикой;
- структура топливного баланса с большим удельным весом дорогостоящего дизельного топлива (85 %). Опережающий рост цены дизель-

ного топлива по сравнению с тарифами на электроэнергию;

- сезонный характер завоза, короткие сроки навигации, сложная логистика в связи со слабо развитой транспортной инфраструктурой.

При этом потенциальные возможности солнечной и ветровой энергии в этих регионах весьма значительны (рис. 12–14) [6].

Сравнительный анализ возможности использования солнечной электростанции (СЭС) и ветроэнергетической установки (ВЭУ) в данных районах позволяет сделать вывод о предпочти-

Рис. 12. Суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, год

Рис. 13. Число солнечных дней в году по регионам России

Рис. 14. Ресурсы ветроэнергии в России на высоте 10 м

тельном использовании СЭС в северных условиях.

Очевидно, что СЭС не может быть единственным источником электроэнергии в изолированном поселке. Более того, реальная доля энергии от СЭС в общем объеме потребляемой энергии не превысит 20–25 %. Однако даже такая частичная замена дизельной электростанции (ДЭС) на СЭС даст ощутимую экономию.

По оценке «РАО ЭС Востока» [7] в децентрализованном секторе энергообеспечения Дальневосточного федерального округа — около 500 единиц ДЭС общей мощностью 670 МВт. При этом из-за изношенности оборудования средний уровень расхода условного топлива этих ДЭС иногда свыше 500 г у. т./кВт · ч. Плюс огромные накладные транспортные расходы по доставке недешевого топлива для ДЭС.

Поэтому перевод даже части выработки электроэнергии с ДЭС на СЭС может дать значительный экономический эффект.

Рассмотрим экономические последствия данного проекта.

Исходя из приведенных выше данных, принимаем среднюю мощность одной ДЭС в 1,3 МВт. Желательная мощность СЭС на таком объекте составляет около 300 кВт. Стоимость строительства «под ключ» солнечной электростанции оценивается приблизительно в 3 тыс. долл. США за 1 кВт [7]. Следовательно, общие затраты на ввод в эксплуатацию объекта могут составить около 50 млн руб. Сумма для бюджета маленького поселка в несколько тысяч, а то и сотен жителей — огромная.

Реальным выходом в данной ситуации может служить привлечение частного инвестора для финансирования строительства СЭС с последующим выкупом в рассрочку готового объекта. Во избежание увеличения финансовой нагрузки на местный бюджет или население размер ежегодного платежа инвестору должен соответствовать стоимости сэкономленного дизельного топлива (рис. 15, 16).

По итогам внедрения СЭС в местную энергосистему снижается доля топливной составляющей, увеличиваются налог на имущество и амортизация за счет ввода нового объекта. Текущие затраты остаются на прежнем уровне.

Далее приведены результаты расчетов экономической эффективности реализации проекта для инвестора.

В качестве основных исходных данных для расчетов принимаются следующие параметры:

- установленная мощность СЭС — 300 кВт;
- требуемый размер инвестиций — 54 млн руб. ($300 \text{ кВт} \cdot 3000 \text{ $/кВт} \cdot 60 \text{ руб./$}$);
- среднегодовая выработка СЭС электроэнергии $500\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ при среднегодовом времени работы около 1670 ч, т. е. коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) около 19 %;
- средний расход удельного топлива по ДЭС в Дальневосточном федеральном округе — 500 г у. т./кВт · ч.

В результате годовая экономия составляет 172,4 т, что при цене дизельного топлива с учетом доставки и хранения 70 тыс. руб. за тонну приводит к экономии около 12 млн руб. в год. Ежегодные платежи в этом размере обеспечивают инвестору возврат инвестиций в течение 8 лет с доходностью 15 %.

Расчеты учитывают корректировку ежегодных платежей на уровень инфляции в соответствии с «Прогнозом долгосрочного социально-

Рис. 15. Укрупненная структура расходов ДЭС

Рис. 16. Укрупненная структура расходов СЭС и ДЭС

Таблица 3

Расчет экономики проекта по замене части ДЭС на СЭС

Год	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Период эксплуатации, лет	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Инфляция	1,060	1,055	1,050	1,045	1,040	1,040	1,040	1,040	1,040
Платежи инвестору с учетом инфляции, тыс. руб.		12 636	13 230	13 825	14 392	14 910	15 388	15 818	16 246
Амортизация, тыс. руб.		-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600
Налог на имущество, тыс. руб.		-1148	-1069	-990	-911	-832	-752	-673	-594
Операционные расходы, тыс. руб.		-379	-397	-415	-432	-447	-462	-475	-487
Прибыль до налогов, тыс. руб.		7509	8164	8821	9450	10 032	10 574	11 071	11 564
Денежный поток до амортизации, тыс. руб.	-54 000	11 109	11 764	12 421	13 050	13 632	14 174	14 671	15 164
Денежный поток до амортизации (накопленный), тыс. руб.	-54 000	-42 891	-31 127	-18 707	-5657	7975	22 148	36 819	51 983
Период, лет	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Дисконтированный денежный поток, тыс. руб.	-54 000	9919	9378	8841	8293	7735	7181	6636	6125
Дисконтированный денежный поток (накопленный), тыс. руб.	-54 000	-44 081	-34 703	-25 862	-17 569	-9834	-2654	3983	10 107

Таблица 4

Основные показатели проекта по замене части ДЭС на СЭС

Показатель	Значение
Денежный поток за весь срок, тыс. руб.	51 983
Приведенный денежный поток (NPV)	10 107
Внутренняя норма доходности (IRR)	16,9 %
Простой период окупаемости, лет	5,4
Дисконтированный период окупаемости, лет	7,4

экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года» Минэкономразвития России. Результаты представлены в табл. 3 и 4.

Через 8 лет инвестор передает СЭС на баланс владельца ДЭС.

Приведенные расчеты показывают, что данный проект будет иметь реальную экономическую эффективность для инвестора.

Учитывая, что средний срок службы СЭС 20–25 лет, данный проект также очень выгоден новому владельцу.

Выводы

Развитие ВИЭ в России необходимо начинать в изолированных энергосистемах, где подобные проекты экономически обоснованы.

В заключение хотелось бы привести еще несколько фактов, заставляющих с некоторой осторожностью относиться к необходимости повсеместного внедрения ВИЭ.

На сегодняшний день энергия ВИЭ является коммерчески неконкурентоспособной, а проекты с ее использованием неустойчивы в долгосрочной перспективе. Объективным отражением этого можно считать оценку данного направления энергетики через биржевые индикаторы. На рис. 17 приведена динамика индекса MAC Global Solar Energy Stock Index² (индекс, который отслеживает изменение котировок акций более 20 публичных компаний, работающих в секторе солнечной энергетики, со штаб-квартирами в США, Европе и Азии). За пять лет значение индекса практически не изменилось, несмотря на сотни миллиардов долларов инвестиций в это направление. Для сравнения индекс Доу–Джонса за этот период увеличился в 1,8 раза (рис. 18).

Дальнейшее развитие ВИЭ в России во многом обусловлено социально-экономическими последствиями подобных проектов. Для наглядности предлагаем проанализировать следующие данные (табл. 5).

В текущей экономической ситуации в нашей стране население вряд ли будет готово к резко-

² URL: http://www.quotemedia.com/portal/chart?qm_symbol=SUNIDX

Рис. 17. Динамика индекса MAC Global Solar Energy Stock Index

Рис. 18. Динамика индекса Доу-Джонса

му росту тарифов на электроэнергию в 5–7 раз. А если этот тариф распространить не только на население, но и на промышленность, то подобный рост будет губителен для большинства отраслей, так как значительно снизит конкурентоспособность российской продукции.

Приведем еще один пример влияния рыночных взаимоотношений на данную ситуацию. Если потребитель не может повлиять на стоимость электроэнергии на рынке, то он «голосует ногами». В результате роста стоимости электрической энергии, например, в Германии из-за оплаты «зеленой» генерации к 2014 году 16 % промышленных потребителей страны перешли на автономные источники энергоснабжения и отключились от электрической сети. Возникли проблемы с ведением электрических режимов. Правительству срочно пришлось вмешаться в ситуацию. Были приняты новые условия ценообразования, в соответствии с которыми стоимость электроэнергии значительно снижалась для крупных потребителей электроэнергии. В настоящее время «зеленую» генерацию в большей мере оплачивают те потребители, которые на данный момент не могут отключиться от

Таблица 5

Доля ВИЭ в производстве электроэнергии и ее стоимость для населения в ряде стран

Страна	Доля ВИЭ в общем объеме произведенной электроэнергии, % *	Стоимость электроэнергии для населения, руб. за кВт · ч **
Дания	46,8	19,8
Германия	21,8	19,1
Бельгия	11,5	17,6
Португалия	21,5	15,2
Италия	17,6	15,0
Ирландия	25,0	15,0
Испания	23,4	14,7
Россия	0,1	3,1

* По данным IEA.

** РИА Рейтинг.

единой энергосистемы: население и малый бизнес. В результате в Германии весьма значительна дифференциация стоимости электроэнергии по различным типам потребителей (по данным Федеральной ассоциации энергетики и водного хозяйства Германии BDEW³):

- цена электроэнергии для домохозяйств — 29,42 евроцента/кВт · ч;
- средняя цена электроэнергии для крупных потребителей (свыше 100 МВт · ч в год) составляет 10,62 евроцента/кВт · ч;
- для особо важных для экономики страны промышленных предприятий цена электроэнергии составляет 4,0–4,7 евроцента/кВт · ч (чуть выше себестоимости производства электроэнергии на ТЭС, без любых «зеленых» налогов и даже практически без сетевой надбавки).

Так что практичные немцы логично пришли к выводу, что раз «зеленая» энергетика нужна населению, то пусть оно за нее и расплачивается, а для поддержания конкурентоспособности немецкой продукции необходимо оказывать любую государственную поддержку.

Далее приведем достаточно простой расчет, демонстрирующий еще одну особенность, кото-

³ BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. BDEW-Strompreisanalyse Januar 2018. 2018, 49 p. (Федеральная ассоциация энергетики и водного хозяйства Германии (BDEW). BDEW-Strompreisanalyse Januar 2018. Анализ цен на электроэнергию BDEW Январь 2018. от 09.01.2018, 49 с.). URL: https://www.bdew.de/media/documents/180109_BDEW_Strompreisanalyse_Januar_2018.pdf

рую необходимо учитывать при строительстве электростанций на ВИЭ.

В южной Калифорнии (США) в ноябре 2014 г. была введена в эксплуатацию самая мощная на тот момент фотоэлектрическая станция Toraz Solar Farm общей установленной мощностью 550 МВт (рис. 19). Общая площадь станции составляет 9,5 кв. мили (25,6 кв. км).

После ввода в эксплуатацию с октября 2014 г. по сентябрь 2015 г. станция произвела 1 284 081 МВт · ч электроэнергии, что соответствует ее проектной мощности (КИУМ — около 27 %).

ПАО «Мосэнерго» за 2017 г. выработало 57,86 млрд кВт · ч электроэнергии (КИУМ — около 51,2 %). Легко рассчитать, что для того чтобы произвести такое количество электроэнергии, нужно 45 станций, аналогичных вышеописанной Toraz Solar Farm, общая площадь которых составит 1153,5 кв. км. Для справки: площадь Москвы до расширения в 2011 г. составляла немногим менее 1100 кв. км. Таким образом, для выработки сопоставимого с производимой «Мосэнерго» количества энергии нужна СЭС площадью большей, чем площадь территории Москвы внутри МКАД.

В России стимулы по развитию «зеленой» экономики весьма слабые: отсутствует социальный заказ на развитие «зеленых» проектов, состояние окружающей среды пока не является приоритетной проблемой для населения (для него важнее социальные и экономические проблемы), недостаточно развиты механизмы оценки экологи-

ческого воздействия проектов и программ экономического развития.

В завершение статьи приведем цитату из «Прогноза научно-технологического развития отраслей топливно-энергетического комплекса России на период до 2035 года», подготовленного Министерством энергетики РФ в октябре 2016 г.: «Россия в обозримой перспективе не будет испытывать недостатка в традиционных энергоресурсах, причем относительно недорогих. Поэтому имеется большая вероятность того, что возобновляемая энергетика в стране еще долго будет “на подхвате” у большой энергетики и являться “нишевым продуктом”, то есть найдет применение в сфере автономного энергообеспечения. Тем не менее, вряд ли Россия останется в стороне от мировой тенденции развития автономной энергетики, и если российское энергомашиностроение не будет к этому готово, то рыночный сегмент ВИЭ в стране окажется полностью занят иностранными производителями, работающими по своим стандартам».

Библиографический список

1. Чубайс А. Б. Экономика и управление в современной электроэнергетике. Пособие для менеджеров электроэнергетических компаний. М.: НП «КОНЦ ЕЭС», 2009. 616 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИИ-Природа, 2017. 746 с.
3. Белобородов С. С. Снижение эмиссии CO₂: развитие когенерации или строительство ВИЭ? // Энергосовет. Янв. 2018. № 1 (51). URL: http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=687
4. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год. Экологические приоритеты для России / под ред. С. Н. Бобылева, Л. М. Григорьева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2017. 292 с. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>
5. Маринычев П. А. Перспектива развития электроэнергетики и возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Саха (Якутия) // Доклад заместителя Председателя Правительства Республики Саха (Якутия) П. А. Маринычева на III конф. «Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России», г. Якутск, июнь 2014 г.

Рис. 19. Фотография станции Toraz Solar Farm из космоса с сайта НАСА

6. Губский С. И. Приоритетные направления развития энергоснабжения в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) // Доклад Генерального директора ОАО «Сахаэнерго» С. И. Губского на III конф. «Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России», г. Якутск, июнь 2014 г.

7. Каплун А. А. Перспективы развития проектов ВИЭ в децентрализованных районах ДФО // Доклад заместителя генерального директора по стратегии и инвестициям ОАО «РАО ЭС Востока» А. А. Каплуна на II конф. «Развитие возобновляемой энергетики на Дальнем Востоке России», г. Якутск, июнь 2013 г.

References

1. Chubays A. B. *Ehkonomika i upravlenie v sovremennoy ehlektroehnergetike* [Economy and management in modern power industry]. Moscow, KONTs EEhS Publ., 2009, 616 p.

2. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2016 godu» [The State Report "About the condition and environmental protection of the Russian Federation in 2016"]. Moscow, Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Russian Federation, NIA-Priroda Publ., 2017, 746 p.

3. Beloborodov S. S. Snizhenie ehmissii SO₂: razvitie kogeneratsii ili stroitel'stvo VIEh? [Decreasing the emission of CO₂: development of cogeneration or construction of RES?]. *Ehnergosovet – Power industry council*, 2018, no. 1 (51). Available at: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=687

4. Doklad o chelovecheskom razvitii v Rossiyskoy Federatsii za 2017 god. Ehkologicheskie priority dlya Rossii [The Report on human development in the Russian Federation for 2017. Ecological priorities for Russia]. Ed. by Bobylev S. N., Grigor'ev L. M. Moscow,

Analiticheskiy tsentr pri Pravitel'stve Rossiyskoy Federatsii Publ., 2017, 292 p. Available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>

5. Marinychev P. A. *Perspektiva razvitiya ehlektroehnergetiki i vozobnovlyаемых istochnikov ehnergii (VIEh) v Respublike Sakha (Yakutiya)* [The prospect of development of power industry and the renewable energy sources (RES) in the Sakha (Yakutia) Republic]. *Doklad zamestitelya Predsedatelya Pravitel'stva Respubliki Sakha (Yakutiya)* P. A. Marinychevana III konf. «Razvitie vozobnovlyаемой ehnergetiki na Dal'nem Vostoke Rossii» [Report of the Deputy Prime Minister of the Sakha (Yakutia) Republic Marinychev P. A. Proc. of the III-rd conf. "Development of renewable power in the Far East of Russia"]. Yakutsk, June, 2014.

6. Gubskiy S. I. *Prioritetnye napravleniya razvitiya ehnergosnabzheniya v Arkticheskoy zone Respubliki Sakha (Yakutiya)* [The priority directions of development of power supply in the Arctic zone of the Sakha (Yakutia) Republic]. *Doklad General'nogo direktora OAO «Sakhaehnergo» S. I. Gubskogona. Trudy III konf. «Razvitie vozobnovlyаемой ehnergetiki na Dal'nem Vostoke Rossii»* [Report of the CEO of JSC Sakhaenergo Gubskiy S. I. Proc. of the III-rd conf. "Development of renewable power in the Far East of Russia"]. Yakutsk, June, 2014.

7. Kaplun A. A. *Perspektivy razvitiya projektov VIEh v detsentralizovannykh rayonakh DFO* [The prospects of development of the RES projects in the decentralized Areas of FEFD]. *Doklad zamestitelya general'nogo direktora po strategii i investitsiyam OAO «RAO EhS Vostoka» A. A. Kapluna na II konf. «Razvitie vozobnovlyаемой ehnergetiki na Dal'nem Vostoke Rossii»* [Report of the deputy CEO for strategy and investments of JSC RAO ES of the East A.A. Kaplun. Proc. of the II-nd. conf. "Development of renewable power in the Far East of Russia"]. Yakutsk, June, 2013.