

**УДК 620.98**

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

**К.С. Васильева<sup>1</sup>, И.М. Щадов<sup>2</sup>**

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Проведено сравнение экономической эффективности возобновляемых источников энергии в сравнении с традиционной энергетикой, рассмотрены оставляющие экономического эффекта использования ВИЭ.

*Ключевые слова:* возобновляемые источники энергии; ВИЭ; альтернативная энергетика; зеленая энергетика; экономическая эффективность.

### **ECONOMIC EFFICIENCY OF RENEWABLE ENERGY**

**K. Vasilieva, I. Schadov**

Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov Str., Irkutsk, 664074, Russia.

The paper provides a comparison of economic efficiency of renewable energy versus traditional energy. It considers the components of the economic effect of the use of renewable energy sources.

*Keywords:* renewable energy; alternative energy; green energy; economic efficiency.

В настоящее время существует множество оценок стоимости производства энергии по отдельным видам генерации для достижения уровня безубыточности, по которым можно оценить конкурентоспособность альтернативной энергетике с традиционной генерацией [4].

Многие исследования демонстрируют, что наиболее дешевый вид ВИЭ (возобновляемых источников энергии) – ветровая энергетика – по стоимости производимой электроэнергии уже сопоставима с газовыми турбинами. Однако при этом в расчет стоимости энергии включаются такие издержки, как налоговые льготы для ВИЭ, существующие или прогнозируемые налоги на выброс углерода, возможные траты на приобретение прав на выбросы парниковых газов и т.д. Одновременно, значительно снижают стоимость ВИЭ налоговые льготы для альтернативной энергетике.

Прогнозы о постоянном снижении цены альтернативной энергетике в значительной степени имеют сугубо пропагандистский характер. Тем более что падению реального, а не декларируемого уровня стоимости ВИЭ рано или поздно начнет препятствовать следующий фактор.

Особо необходимо подчеркнуть, что неизбежный по мере развития ВИЭ рост расходов на поддержание стабильной работы энергетических систем или даже на их возможную кардинальную перестройку пока не учитывается в нынешних расчетах конечной себестоимости «зеленой» энергетике. Тем не менее очевидно, что затраты на эти мероприятия неизбежно приведут к резкому повышению реальной цены, которую необходимо будет платить за отказ от традиционной генерации.

По данным Global Wind Energy Council (GWEC) общая сумма инвестиций только в ветряную энергетике к 2020 году составит 149.4 млрд евро, а число занятых в этой сфере превысит 2 млн человек.

Кроме субсидирования применяется и налоговое стимулирование (в ограниченных пределах), но, тем не менее, идеальной схемы поддержки ВИЭ на сегодняшний день не существует [2].

Ниже приведены расчеты стоимости различных видов энергии по данным Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis (LCOE) (таб. 1 и 2). Данный анализ основан на ситуации в США и учитывает расходы на топливо, а также иллюстративно демонстрирует влияние такого фактора, как расходы на выбросы углерода. Понятно что данные затраты приводит к занижению конкурентоспособности традиционной энергетике по сравнению с ВИЭ.

Обращает внимание высокий показатель использования установленной мощности, который используется при расчете стоимости ветровой генерации. Подобные данные, хорошо выглядящие в рекламных проспектах производителей оборудования для ветровой энергетике, на практике зачастую

---

<sup>1</sup> Васильева Ксения Сергеевна, студентка гр. ЭУм15-2, кафедра электроснабжения и электротехники, Институт энергетике, e-mail: [c12@istu.edu](mailto:c12@istu.edu)  
Vasilieva Ksenia, a first-year student, Electricity and Electric Appliances Department of Energy Institute, e-mail: [c12@istu.edu](mailto:c12@istu.edu).

<sup>2</sup> Щадов Иван Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры управления промышленными предприятиями, e-mail: [c12@istu.edu](mailto:c12@istu.edu)  
Schadov Ivan, Doctor of Technical Sciences, Professor of Enterprises Management Department, e-mail: [c12@istu.edu](mailto:c12@istu.edu)

оказываются далеки от реальности. Так, среднеевропейский показатель использования мощности составлял в течение 2003–2007 гг. менее 21 %. Это составляло значительно меньше показателя в 24 %, который декларировался достижимым европейским «ветровым лобби» для «нормального годового ветра» на нынешнем уровне развития ветроиндустрии. Очевидно, что уменьшение коэффициента использования установленной мощности автоматически означает удорожание стоимости производства энергии. Причем это особенно актуально именно для ветровой энергетики, учитывая высокую долю постоянных затрат в себестоимости ее производства.

**Таблица 1**

**Стоимость традиционной энергии в зависимости от вида**

		Комбинированный цикл с внутренней газификацией (IGCC)	Комбинированный цикл сжигания газа	Угольная генерация	Атомная генерация
Мощность	MW	580	550	600	1100
Капитальные затраты	\$/kW	\$4075–\$5550	\$950–\$1175	\$2800–\$5925	\$6325–\$8375
Постоянные издержки	\$/kW-yr	\$26,40–\$28,20	\$5,50–\$6,20	\$20,40–\$31,60	\$12,80
Переменные издержки	\$/kW-yr	\$6,80	\$2,00–\$3,50	\$2,00–\$5,60	\$11,00
Тепловая мощность	Btu/kWh	8800–10520	6800–7220	8870–11900	10 450
Коэффициент использования мощностей	%	80 %	85%–40 %	85 %	90 %
Цены на топливо	\$/MMBtu	\$2,50	\$6,00	\$2,50	\$0,50
Время строительства	Месяцы	57–63	36	60–66	69
Срок службы	Годы	20	20	20	20
Эмиссия СЦ2 – экв.	Tons/MWh	0,93–0,11	0,40 – 0,42	0,94–0,13	–
Инвестиционный налоговый кредит	%	–	–	–	–
Налоговый кредит на производство	\$/MWh	–	–	–	–
Стоимость энергии	\$/MWh	\$110–\$141	\$69–\$96	\$78–\$144	\$107–\$138

**Таблица 2**

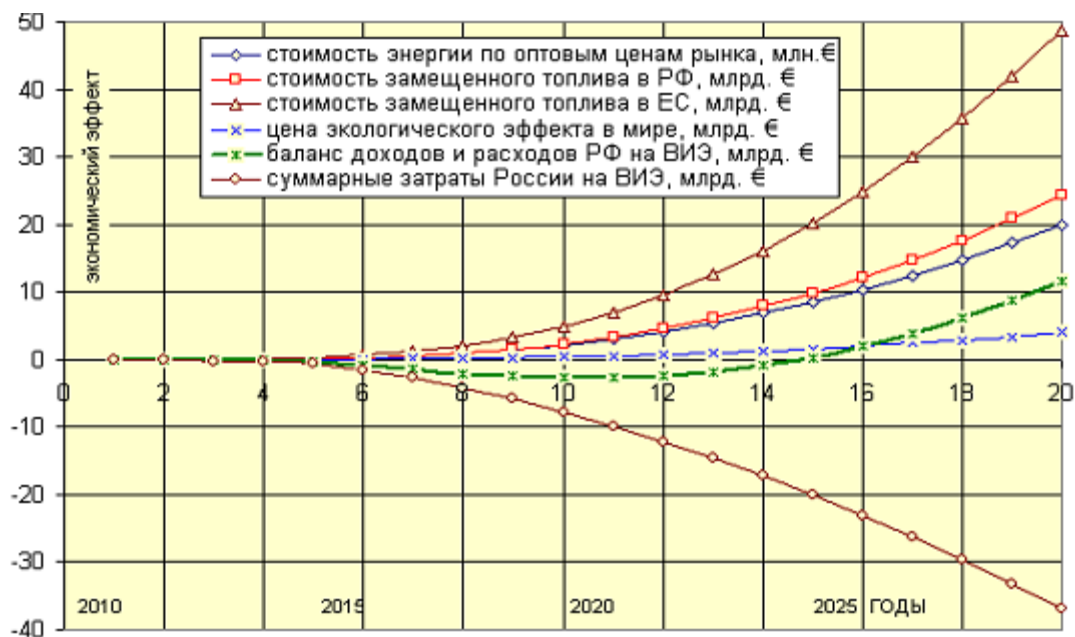
**Стоимость альтернативной энергии в зависимости от вида**

		Прямое сжигание биомассы	Ветер	Геотермальная энергия	Биогаз	Добавление биомассы при сжигании
Мощность	MW	35	100	30	5	2 %–20 %
Капитальные затраты	\$/kW	\$3150–4000	\$1900–\$2500	\$3425 - \$4575	\$1500–\$2000	\$50–\$500
Постоянные издержки	\$/kW-yr	\$83,00	\$40,00–\$50 00	–	–	\$10,00–\$20,00
Переменные издержки	\$/kW-yr	\$11,00	–	\$25,00–\$30,00	\$17,00	–
Тепловая мощность	Btu/kWh	14500	–	–	13500	10000
Коэффициент использования мощностей	%	80%	36 %–28 %	80 %–70 %	80 %	80%
Цены на топливо	\$/MMBtu	\$0,00–\$2,00	-	–	\$1,50–\$3,00	\$0,00–\$2,00
Время строительства	Месяцы	36	12	36	12	12

Срок службы	Годы	20	20	20	20	20
Эмиссия СЦ2 – экв.	Tons/MWh	–	–	–	–	–
Инвестиционный налоговый кредит	%	–	–	–	–	–
Налоговый кредит на производство	\$/MWh	\$10	\$20	\$20	\$10	–
Стоимость энергии	\$/MWh	\$65–\$113	\$57–\$113	\$58–\$93	\$55–\$87	\$3–\$37

Кроме того, значительно снижают стоимость ВИЭ налоговые льготы для альтернативной энергетики. В частности, проведенный Lazard анализ чувствительности от фактора наличия налоговых стимулов показывает существенное увеличение стоимости энергии из нетрадиционных источников в случае отмены правительственных фискальных поощрений. Так, стоимость ветровой энергии будет в этом случае составлять 101–169 \$/МВт по сравнению с нынешним уровнем в 57–113 \$/МВт [3].

Рассмотрим составляющие экономического эффекта использования ВЭС в рамках 20-летнего проекта в объемах, планируемых в постановлении Правительства (до 2020 г.) и предложенных совместно Проектом TACIS и НИЦ «АТМОГРАФ» (до 2030 г.) с последующим прекращением наращивания суммарных мощностей ВЭС (рисунок). При достижении предложенных целевых показателей внедрения ВЭС в России к 2030 г. суммарная за 2010–2030 гг. выручка от продаж по ценам оптового рынка электроэнергии ВЭС составит около 20 млрд € в ценах, приведенных к 2009 г., а стоимость замещенного ВИЭ топлива в пересчете на природный газ может составить до 24 млрд € в ценах оптового российского рынка и почти 50 млрд € в экспортных ценах.



**Составляющие экономического эффекта использования ВИЭ в объемах, планируемых в проекте постановления Правительства (до 2020 г.) и предложенных НИЦ «АТМОГРА» до 2010 г.**

Суммарные затраты на строительство (капитальные вложения), эксплуатацию и ремонт, а также на топливо (для БиоЭС) составят за период 2010–2030 гг. около 37 млрд €.

Суммарный эффект использования ВЭС в рассмотренных объемах в терминах накопленного баланса доходов – расходов в приведенных к 2009 г. ценах с учетом продаж электроэнергии ВЭС по ценам оптового рынка, отсутствия экологических штрафов за выбросы парниковых газов, а также экспортной реализации замещенного газа составит к 2020 г. около 12 млрд € [4].

Таким образом, рентабельность всего проекта согласно расчетам за 20-летний период не превышает 35 %.

Период проекта с отрицательным балансом доходов – расходов ВЭС составляет согласно расчетам по данной модели около 14–15 лет. При двукратном снижении экспортных и внутренних цен на газ затратный период удлинится примерно до 18–20 лет. Рассмотренный проект ВЭС еще менее привлекателен в силу более долгой окупаемости для частного инвестора.

В таких случаях потенциальным и вполне заинтересованным инвестором масштабных и «долгоиграющих» проектов ВИЭ может выступать лишь Государство, либо, крупные российские нефтегазовые экспортеры [5–6].

Альтернативная энергетика на сегодняшний момент с финансовой точки зрения проигрывает традиционной и может быть экономически целесообразной только в условиях её искусственной поддержки, её применение может быть оправданным в ограниченных размерах и относительно узких элементах рынка.

Традиционные виды топлива ещё долгое время будут играть ведущую роль в мировой энергетике, тем не менее, традиционная будет являться «донором» для альтернативной энергетике. ВИЭ будут являться удачным дополнением к большой энергетике, вытесняя её с тех относительно небольших сегментов рынка, в которых она проигрывает экономически.

В России альтернативную энергетiku внедрять в широких масштабах в настоящее время невыгодно. Наша страна не покупает энергоносители за рубежом, а наоборот, экспортирует их. Возможность эффективного использования недорогих энергоресурсов является нашим конкурентным преимуществом.

Тем не менее, России важно поддерживать и развитие альтернативной энергетике, проводя научные разработки в этой сфере. Основное внимание должно быть уделено таким видам возобновляемой энергетике, как малая гидроэнергетика и использование в качестве топлива биомассы и отходов.

### **Библиографический список**

1. Экономическая эффективность возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]. URL: <http://alt-energetic.ucoz.ru/index/0-25>.

2. «Нетрадиционная» энергетика против природного газа [Электронный ресурс]. URL: <http://pro-gas.ru/ecolog/news/14.htm>.

3. Разработка национального Плана развития ВИЭ в России / Делегация Европейской Комиссии в России, март 2006 г.

4. Конюхов В.Ю., Толстой М.Ю., Соболев С.А. Перспективы коммерческого использования альтернативных источников энергии // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 5. – С. 206–211.

5. Nechaev A., Zimina T. Financing of energy service contracts in the russian federation // Наука и общество. – 2014. – № 3. – С. 60.

6. Суслов К.В., Конюхов В.Ю., Зими́на Т.И., Шамарова Н.А. Технико-экономические аспекты применения возобновляемых источников энергии: монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2014.