



ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ:

МИРОВОЙ ОПЫТ, ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ИНИЦИАТИВЫ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ

Ю.А. Шевелев,
к.т.н., профессор кафедры
РМПИ КузГТУ, советник
первого заместителя
губернатора Кемеровской
области

Общие замечания

Энергетика вносит значительный вклад в формирование основных социально-экономических параметров развития страны, что заставляет обращать особое внимание на специфику ее развития.

Сегодня доля угля, нефти и газа в структуре энергетического потребления России составляет порядка 90%. Кроме того, топливно-энергетический комплекс ориентирован в основном на экспорт, а это приводит к ряду негативных моментов, требующих незамедлительного решения.

Угроза истощения запасов углеводородных ресурсов с особой остротой поставила вопрос реализации инвестиционных проектов по разведке и освоению новых месторождений, в том числе и труднодоступных, а также интенсификации разработки действующих. Поэтому важным элементом устойчивого развития страны, не ставящего под угрозу возможности будущих поколений, становится обеспечение рационального распоряжения запасами полезных ископаемых в средне- и долгосрочной перспективе.

Загрязнение окружающей среды энергетическим сектором, приводящее к существенному ущербу здоровью населения, актуализирует вопрос внедрения новых экологически чистых технологий.

Политика диверсификации и модернизации экономики невозможна без повышения энергоэффективности российской экономики, а это требует поворота с траектории, ведущей страну к превращению в сырьевой придаток «зеленой» мировой экономики, на траекторию устойчивого развития на основе широкого применения как энергоэффективных углеродных технологий, так и технологий на основе возобновляемых ресурсов.

Изменение структуры мирового энергетического баланса

Несмотря на то, что нефть, газ и уголь в среднесрочной перспективе будут сохранять свою главенствующую роль, высокая волатильность мировых энергетических рынков уже привела к появлению на них новых секторов и новых точек роста, которые в перспективе и будут определять тенденции в энергетике (табл. 1, данные ОПЕК).

Кроме того, по мнению экспертов концерна Shell¹⁾, при прогнозе необходимо учитывать три причины, которые будут оказывать наиболее сильное давление на изменение мирового энергетического баланса.

Первая. Произойдет скачкообразный рост потребления энергии, связанный как с увеличением численности населения (по прогнозам ООН, с 2006-го по 2030 год — с 6547 до 8241 млн. человек), так и с ускоренным развитием развивающихся стран, в первую очередь Индии и Китая. Неуклонно растущий спрос будет способствовать более эффективному использованию энергоносителей и поиску альтернативных источников.

Таблица 1. Прогноз изменения структуры мирового потребления первичной энергии

	Рост 2006-2030 гг., % в год	Доля топлива, %			
		2006 г.	2010 г.	2020 г.	2030 г.
Нефть	1,2	37,3	36,3	34,6	32,7
Уголь	1,9	27,6	28,1	28,6	28,4
Газ	2,1	22,2	22,5	23,2	24,4
Ядерная энергия	1,4	6,8	6,5	6,2	6,2
Гидравлическая энергия	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Биомасса	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1
Другие виды ВИЭ	6,2	0,6	0,7	1,1	1,6
Всего, %	1,7	100	100	100	100
Всего, млн. тнэ	5576,0	10813,0	11720,0	13964,0	16389,0

Вторая. Предложение не будет успевать за ростом спроса. Поэтому альтернативные ресурсы, главным образом возобновляемые источники энергии (ВИЭ), будут переживать бум, сопоставимый с информационными технологиями. Хотя они и не станут панацеей, которая полностью снимет энергетическую напряженность.

Третья. Рост нагрузки на окружающую среду может вызвать снижение темпов экономического роста (в случае установления жесткого контроля за выбросами парниковых газов) и привести к «зеленой революции» на основе более широкого использования низкоуглеродной энергетики.

Несмотря на то, что в настоящее время тенденции перехода к низкоуглеродной энергетике не очень заметны, следует отметить, что и США, и страны Европейского Сообщества (ЕС), и Китай, и Индия приняли и реализуют амбициозные программы по интенсификации использования возобновляемых источников энергии (энергия солнца, ветра, воды, приливов, волн водных объектов, геотермальная энергия, низкопотенциальная тепловая энергия Земли и воздуха, биомасса, биогаз, выделяемый отходами жизнедеятельности и газ метан угольных месторождений). Инвестиции в альтернативную энергетику в мире с 2005 года выросли на 230% и составили в 2009 году 162 млрд. \$.

Благодаря принимаемым мерам, в странах ЕС доля вырабатываемой на ВИЭ (без ГЭС) электроэнергии за десять лет увеличилась в четыре раза и сегодня составляет 8%. В отдельных странах мира доля ВИЭ превышает 10%: Исландия, Дания — 29%; Португалия — 18%; Филиппины — 17%; Ис-

пания, Финляндия, Германия — более 12% (Россия менее 1%).

В мировой структуре производства электроэнергии на основе ВИЭ преобладают установки, использующие биомассу (56%). На ветровые станции приходится 28%, на геотермальные установки — 15%. Доля солнечных установок — менее 1%. При этом в разных странах отдается предпочтение установкам на разных видах ВИЭ (Дания, Англия — ветровые установки, Германия — биомасса и солнечные батареи, Исландия и Филиппины — геотермальные станции).

Таким образом, использование возобновляемых источников энергии рассматривается в мире не только как способ снизить экологическую нагрузку и оптимизировать структуру энергобаланса, уменьшив зависимость от экспорта/импорта органического топлива, но и как одно из основных направлений инновационного развития энергетики на долгосрочную перспективу.

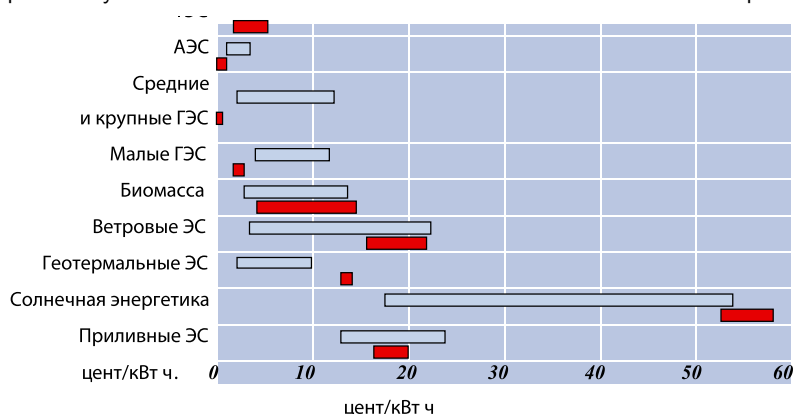


Рисунок 1. Себестоимость производства электроэнергии в развитых странах и России в 2007 г. (■ — в развитых странах; ■ — в России)

**ИНВЕСТИЦИИ
В АЛЬТЕРНАТИВНУЮ
ЭНЕРГЕТИКУ В МИРЕ
С 2005 ГОДА ВЫРОСЛИ
НА 230% И СОСТАВИЛИ
В 2009 ГОДУ
162 МЛРД. \$**

Перспективы развития возобновляемой энергетики в России

Россия обладает колоссальными ресурсами ВИЭ. Практически во всех регионах имеется, по крайней мере, один вид возобновляемых ресурсов, а в большинстве — несколько видов ВИЭ. Только на 1 кв. метр земной поверхности ежесекундно попадает столько солнечного тепла, что его хватит для доведения до кипения стакана воды. На 1 га Земли ежесуточно попадает такое количество энергии, которое может привести в движение электродвигатель мощностью 10 тыс. кВт. А всего, по оценкам экспертов, технический потенциал ВИЭ (без учета потенциала больших рек) составляет 4,5 млрд. тт/год. Это в 4 раза превышает ежегодное внутреннее потребление первичных энергоресурсов в стране.

Сегодня российские технологии в области возобновляемой энергетики

Таблица 2. Уровень занятости в энергетических технологиях (рабочее место/МВт)²

Технологии	Стадия строительства	Стадия эксплуатации
Ветровые ЭС	2,6	0,2
Геотермальные ЭС	4,0	1,7
Солнечные фотоэлементы	7,2	0,1
Солнечные тепловые панели	5,7	0,2
Биомасса (в среднем)	3,7	2,3
Технологии на природном газе	1,0	0,1

В РОССИИ НЕОБХОДИМЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ В РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИКИ, ОСНОВАННОЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВИЭ, В ПЕРИОД 2008-2030 ГГ. ОЦЕНИВАЮТСЯ В РАЗМЕРЕ 57-69 МЛРД. \$

по научно-техническим характеристикам сопоставимы с зарубежными технологиями. Так, Россия обладает значительным опытом в строительстве и использовании малых гидроэлектростанций (до 25 МВт), а по уровню развития технологии использования энергии приливов и геотермальных источников опережает страны ЕС и США.

Однако следует отметить: используются ВИЭ весьма слабо (доля в выработке электроэнергии — менее 1%, в выработке тепла — 4%). Такое положение объясняется рядом факторов, в числе которых: избылиние запасов горючих ископаемых наряду с избыточной генерирующей мощностью в электроэнергетике; высокие капитальные затраты на строительство

объектов возобновляемой энергетики; отсутствие конкретных финансовых механизмов поддержки; низкая квалификация кадров.

Следует отметить, что главным фактором, определяющим развитие возобновляемой энергетики, является стоимостный. Несмотря на то, что себестоимость производства электроэнергии, получаемой на базе ВИЭ, в разных странах мира и России существенно отличается, она, как правило, превышает себестоимость традиционных источников электроэнергии (рисунок 1, данные Международного энергетического агентства и ОАО «РусГидро»).

Малые и микро-ГЭС. Несмотря на отличные экономические показатели (стоимость 1 КВт генерируемой мощности — \$100-200), могут наносить серьезные экологические последствия, связанные с затоплением территорий при образовании водохранилищ.

Биомасса. Может использоваться на котельных и биогазовых установках. Получаемое при брожении биотопливо и генераторный газ являются основой для получения тепла и электроэнергии, а остатки переработки — ценными удобрениями. Стоимость 1 КВт генерируемой мощности — до \$1000.

Ветровые ЭС. Имеют относительно простое в эксплуатации оборудование. Однако, по данным экспертов Energy Research Centre (Великобритания), производство ветряной электроэнергии на 90% дороже, чем энергия, производимая из ископаемых источников топлива, и на 50% больше энергии, получаемой на АЭС. Так, в сентябре 2010 года на побережье британского графства Кент запущена в эксплуатацию самая большая в мире ветряная электростанция Thanet. Инвестиции составили 780 млн. фунтов стерлингов (1,2 млрд.\$). Генерируемая мощность — 300 МВт.

Земное тепло. Наиболее перспективное направление. Стоимость 1 КВт генерируемой мощности в 2 раза ниже стоимости генерации ТЭС. Кроме того, при получении энергии можно решать проблемы утилизации CO₂ от выбросов электростанций (отделение CO₂ от выбросов ЭС, сжижение и закачка в геотермальные станции). Источниками низкопотенциальной теплоты (при использовании тепловых насосов) могут служить очищенные воды станций аэрации в крупных городах; циркуляционные воды систем охлаждения турбин ТЭЦ, ГРЭС и АЭС; теплые шахтные воды; геотермальные воды и т.д. Возможно также прямое использование геотермальной энергии для обогрева помещений и производства горячей воды.

Солнечная энергетика. Сегодня основными технологиями получения энергии являются — при помощи солнечных батарей на основе полупроводниковых фотогальванических элементов и на основе использования солнечных коллекторов. При использовании солнечных батарей электроэнергию получают сразу от солнечной панели (с 1 кв. метра панели — 200-300 Вт мощности). Стоимость 1 КВт генерируемой мощности — от \$2,5 до 5 тысяч. Солнечные коллекторы используются для получения тепловой энергии с последующей ее трансформацией в электрическую. Стоимость генерируемой мощности — от \$1 до 1,2 тысяч.

Очевидно, что внедрение таких технологий требует широкого государственного вмешательства. Так, например, в планах Евросоюза строительство сети солнечных электростанций в пустыне Сахара. Площадь размещения установок — 6,5 тыс. кв. миль (0,18% площади пустыни). Генерируемая мощность — 100 ГВт. Стоимость проекта — 400 млрд. \$.

Для России развитие возобновляемой энергетики может стать не только одним из направлений сбалансированного экономического роста и обеспечения энергетической безопасности, особенно в удаленных, труднодоступных районах страны.

Развитие энергетики на базе ВИЭ неразрывно связано с производством и обслуживанием высокотехнологичного оборудования, что позволяет перейти к диверси-

Таблица 3. Прогноз производства электроэнергии в России с использованием ВИЭ

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Производство электрической энергии с использованием ВИЭ (исключая ГЭС мощностью более 25 МВт), млрд кВт•ч.	7,0	12,8	35	75	120	150
Доля ВИЭ, %	0,73	1,5	2,5	4,5	6,0	8,0

фикации энергетического комплекса страны и развитию собственной базы высокотехнологичного машиностроения.

Кроме того, появляется еще один важный аспект — рост занятости и улучшение уровня жизни населения. Технологии возобновляемой энергетики более трудоемки по сравнению с традиционной энергетикой, поэтому их внедрение позволяет создавать дополнительные рабочие места (табл. 2).

В течение последних лет правительство РФ уделяет большое внимание развитию возобновляемой энергетики. В ноябре 2007 года президент РФ подписал закон «Об электроэнергетике» (в редакции 250-ФЗ). В законе введено понятие ВИЭ, обозначены основные меры поддержки и развития возобновляемой энергетики. Позднее в развитие ФЗ-250 разработан комплект нормативно-правовых документов. Так, в распоряжении правительства РФ «Основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования ВИЭ на период до 2020 г.» (2009 г.) предусмотрено увеличить долю ВИЭ в пять раз в общем производстве электроэнергии (4,5% в 2020 г.). Для этого необходимо ввести 22 ГВт новых мощностей. Эти же целевые показатели были заложены в Концепцию долгосрочного социально-экономического развития России до 2020 года (рост производства электроэнергии с 8 (2008 г.) до 80 млрд. кВт/ч (в 2020 г.).

В настоящее время принята Энергетическая стратегия России до 2030 года (распоряжение правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р), в которую включен целевой ориентир по выработке электроэнергии на ВИЭ в 2030 г. в объеме не менее 150 млрд. кВт ч (табл. 3).

А необходимые капитальные вложения в развитие энергетики, основанной на использовании ВИЭ, в период 2008-2030 гг. оцениваются в размере \$57–69 млрд.

Однако, несмотря на высокую заинтересованность государства, в стране пока не происходят значительные изменения в развитии возобновляемой энергетики. И причиной стагнации является не только высокая стоимость, но и задержка в принятии ряда подзаконных актов, определяющих конкретные механизмы стимулирования возобновляемой энергетики.

Реализованные и перспективные проекты ВИЭ в России. В стране работает несколько объектов возобновляемой энергетики, которые могли бы послужить технической основой дальнейшего развития отрасли. Так, в качестве примера можно привести действующие в стране приливные и геотермальные электростанции и котельные.

С 1968 года в стране действует Кислогубская приливная электростанция (ПЭС) мощностью 0,4 МВт. При ее проектировании и строительстве впервые в мире были опробованы и внедрены наплавной метод создания плотины, когда секции плотины из железобетонных конструкций изготавливаются на берегу и транспортируются к месту установки по морю, и ортогональный агрегат гидротурбины. В ближайшем будущем отработанные технологии и конструкции будут применены при строительстве перспективных Северной, Мезенской и Тугурской ПЭС.

В области геотермальной энергетики России также обладает значительным положительным опытом. Эксплуатация геотермальных станций (ГеоЭС) позволила обеспечить до 30% энергопотребления Камчатского энергоузла. В 1999 году запущена в эксплуатацию Верхне-Мутновская

ГеоЭС мощностью 12 МВт. Главное ее достоинство — использование экологически чистого геотермального теплоносителя за счет применения воздушных конденсаторов и системы стопроцентной закачки теплоносителя в землю.

Большой интерес представляют ГеоЭС с бинарным циклом. Так как большинство геотермальных районов содержат воду умеренных температур (ниже 200°С), она используется для получения энергии. Горячая геотермальная вода и дополнительная жидкость с более низкой точкой кипения, чем у воды, пропускаются через теплообменник. Тепло геотермальной воды выпаривает вторую жидкость, пары которой приводят в действие турбины. Такой проект реализуется сегодня на Паужетской ГеоЭС.

Активно используется тепло Земли для обогрева и получения горячей воды в сельских районах Омской области и Приморья.

Вывод

Энергетика на ВИЭ пока не может полностью заменить традиционную энергетику России. Но выбирая для конкретного региона оптимальное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии, можно значительно улучшить социальную, экономическую и экологическую ситуацию в целом. А для этого необходима активная поддержка отрасли государством.

1) Энергетические сценарии концерна Shell до 2050 года, 2008.

2) Heavner B., Churchill S. Job Growth from Renewable Energy Development in California // Renewables work, 2002.