

Конкуренция альтернативных видов энергии на мировом рынке

Ю.Ю. Посысаев

УДК 339.5 : 620.91
ББК 65.428 : 31.15
П-639

В условиях обострения экономических трудностей и сохранения относительно стабильно высоких цен на ископаемые энергоресурсы в большинстве зарубежных стран растет внимание к использованию возобновляемых видов энергии (солнечной, ветровой, приливной и др.).

Правительства разных стран прилагают усилия по расширению перечня энергоносителей за счет возобновляемых источников энергии. В странах Европы к 2020 году Европейский Союз планирует увеличить до 20% конечное потребление энергии, получаемой из возобновляемых источников. Характеризуя отношение правительства США к возобновляемым видам энергии, Президент США Б. Обама выразил желание «обуздать энергию солнца, ветра и земли и превратить ее в топливо для машин и электричество для фабрик и заводов».¹

По данным консультационных компаний, на этом рынке отмечается устойчивый рост количества сделок слияния и поглощения. По объемам сделок слияний и поглощений солнечная энергетика догнала гидроэнергетику и стала вторым по величине сектором после ветровой энергетики. Сейчас на долю сделок в солнечной энергетике приходится 20% от всего количества сделок на рынке возобновляемых источников энергии. Рассмотрим подробнее ситуацию на рынках отдельных видов возобновляемых энергоресурсов.

В последнее десятилетие деятельность по освоению возобновляемых источников энергии были очагом высокой активности, предоставляя широкие возможности для инвестиций. Тем не менее, учитывая неопределенность на данном рынке, принятие инвестиционных решений в данной области в настоящее время гораздо труднее, чем ранее, требует навыков и управленческих инструментов, которые не были необходимы до экономического спада.

¹ Цит. по: Четверть всех энергетических сделок заключается на рынке возобновляемых источников энергии // <http://www.cybersecurity.ru/consulting/64433.html> // 13.02.2009

Динамика развития освоения возобновляемых источников энергии. В 90-е годы прошлого века и в начале 2000-х гг. многие эксперты предполагали бурный рост использования возобновляемых источников энергии. Речь идет об использовании энергии ветра, солнца, биомассы и геотермальной энергии. Однако неожиданно наступивший глобальный экономический кризис 2008 года оказал сильное негативное влияние на рост использования этих источников энергии. В последние 2-3 года, когда спрос на возобновляемые источники энергии начинает расти снова, некоторые отраслевые наблюдатели по-прежнему сомневаются, что рынок достаточно созрел, учитывая волатильность цен на энергоносители. В целом оценка рынка возобновляемых источников энергии более оптимистична, чем можно было бы ожидать. На рынке возникло несколько важных сегментов. В настоящее время уже маловероятно, что на рынке возникнут периоды экономического спада или стагнации. Одна из важнейших характеристик развития сектора возобновляемых источников энергии состоит в его структурном разнообразии с точки зрения технологий, игроков и географических регионов – и именно в этом и заключаются различия.

Бурное развитие освоения и использования возобновляемых источников энергии происходит в начале 2000-х гг., когда совпало по времени влияние ряда различных факторов.

Первым стал фактор стабилизации существенного соотношения цен на возобновляемые и традиционные энергоресурсы: цены на традиционные энергоресурсы повысились, в частности цены на природный газ достигли исторического максимума. Вторым было снижение стоимости использования альтернативных источников энергии: в результате освоения результатов научных исследований произошло значительное сокращение издержек по использованию возобновляемых источников энергии. Наконец, инвесторы, включающие финансовые организации и фирмы – изготовители энергетического оборудования для электростанций, начали вкладывать крупные средства в освоение возобновляемых источников энергии. Но наибольшее влияние на развитие использования возобновляемых источников энергии оказала политика государственной поддержки этих усилий в большинстве стран мира, в США на федеральном уровне и на уровне штатов. Учитывая необходимость предупреждения изменений климата, в результате выбросов углекислого газа от тепловых электростанций и целесообразность поддержки стартапов в новых отраслях промышленности законодатели приняли целый ряд мер по стимулированию инновационных механизмов и с целью развития использования технологий возобновляемых источников энергии. В результате капиталовложения в данную отрасль стали существенно расти и достигли к 2008 г. уровня в 10 млрд долл. Наступление финансово-экономического кризиса 2008 г. подорвало эту тенденцию.²

² Dann C., Ahmed S., Ward O. Renewable Energy at a Crossroads. The wind, solar, biomass, and geothermal sector has grown in fits and starts — and now may have the momentum to become a self-sustaining industry.// <http://www.strategy-business.com/article/00082?pg=all>



В течение первого года кризиса пессимизм в отношении возобновляемых энергоресурсов вернулся. Многие из основных факторов, которые ранее стимулировали спрос на возобновляемые источники энергии исчезли, и другие стали весьма неопределенными. Например, одним из ключевых элементов, поддерживающих экономическое обоснование для освоения возобновляемых источников энергии была высокая цена на электроэнергию, что в свою очередь было связано с высокими ценами на природный газ. Однако ситуация меняется с развитием добычи нетрадиционных газовых ресурсов. Большинство аналитиков прогнозируют, что цены на природный газ в обозримом будущем будут оставаться ниже 7 долл. за 1 млн британских тепловых единиц.

Ухудшение экономических условий также определило сдвиг в политических приоритетах, в частности были разработаны ограничения на бюджетные ассигнования на защиту окружающей среды. Как следствие, возникла вероятность сокращения некоторых федеральных субсидий, поддерживающих освоение возобновляемых источников энергии. В результате может быть сокращена и государственная и муниципальная поддержка политики освоения возобновляемых энергоресурсов.

Экономический спад привел к снижению общего спроса на электроэнергию, в результате чего возникли избыточные мощности на большинстве энергетических рынков США. В результате снизились цены на электроэнергию, что ослабило экономическое обоснование освоения возобновляемых источников энергии. Однако, несмотря на эту неопределенность, рынок продолжает развиваться. Эта эволюция проходит по двум крупным направлениям.

1. Расширение номенклатуры возобновляемых источников энергии. В результате освоения достижений научно-технического прогресса номенклатура возобновляемых источников энергии является ныне гораздо более диверсифицированной, чем это было в начале 1980-х годов, когда производство возобновляемой энергии (кроме использования гидроэнергии) было в первую очередь связано с использованием биомассы. Биомасса – как на основе древесной щепы, так и отходов проживания человека – обеспечивала до начала 2000-х гг. более 70% функционирования установок производства электроэнергии на основе возобновляемой энергии. Хотя это был удобный и экономичный источник энергии, особенно в таких штатах, как Калифорния и на северо-востоке США, использование биомассы имело ограниченный потенциал для технологических усовершенствований и не получило масштабного освоения потенциала. Технологии использования энергии ветра и солнца в то время находились в зачаточном состоянии.

Сегодня ассортимент возобновляемых источников энергии в большинстве стран гораздо более сбалансирован, в значительной степени благодаря использованию ветровой и солнечной энергии, масштабы использования которых существенно выросли на протяжении последнего десятилетия. Расширение ассортимента возобновляемых видов энергии выходит ныне за рамки общеизвестных технологических сегментов, таких как использование энергии ветра, биомассы и геотермальных источников. Например, распространение использования различных

солнечных технологий, таких как тепловые и фотоэлектрические – и дальнейшее совершенствование использования тонкопленочных и кремниевых технологий помогает обеспечить соответствие характеристик продукта прогнозируемым потребностям различных клиентов (например, расширение использования систем коммунального электроснабжения в отличие от резидентского).

Расширение ассортимента используемых возобновляемых видов энергии позволяет местным органам власти и предприятиям смешивать и сочетать использование источников возобновляемой энергии. Рассмотрим, например, динамику освоения энергии ветра – самой распространенной ныне технологии использования возобновляемых источников энергии. За последние 10 лет на разработку технологий по освоению энергии ветра было затрачено около 3 млрд долл.³ И, возможно, уже началось снижение нормы дохода от инвестиций в этой области. Тем не менее, экономический кризис привел к возникновению излишних на 30% мощностей в этом сегменте электроэнергетики, что в свою очередь обусловило снижение цен на оборудование для ветряных энергетических установок и тем самым стимулировало дальнейший рост спроса на это оборудование.

Между тем, на рынке появились очень дешевые и совершенные фотоэлектрические модули, произведенные в Китае. Спрос на них быстро растет. В результате китайские экспортеры увеличили свою долю на мировом рынке в течение последних четырех лет более чем на 50%. Ныне 10 лучших китайских производителей фотоэлектрических модулей имеют производственные мощности, превышающие возможности производства 10 лучших американских производителей модулей в 6 раз. Опираясь на сильные позиции в этом сегменте рынка, китайские компании начали развивать вертикальную производственную интеграцию, стремясь снизить издержки производства путем разработки и освоения инноваций и расширения инвестиций.

2. Рост числа стран-поставщиков возобновляемых видов энергии. Число стран-поставщиков возобновляемых источников энергии быстро растет, и правительства многих государств и муниципальные власти регионов поддерживают национальные компании, занятые этим видом коммерческой деятельности. Например, в США за шесть лет в двух регионах (западном и юго-восточном) произошло резкое увеличение генерирующих мощностей по использованию возобновляемых источников энергии, в результате на их долю приходится сейчас более 55% всех генерирующих мощностей по использованию возобновляемых источников энергии в стране. Затем в связи с развитием использования подобных источников энергии в других районах страны, доля западного и юго-восточного регионов снизилась до 40%. Несколько американских штатов со сравнительно небольшим числом сол-

³ Dann C., Ahmed S., Ward O. Renewable Energy at a Crossroads The wind, solar, biomass, and geothermal sector has grown in fits and starts – and now may have the momentum to become a self-sustaining industry.// <http://www.strategy-business.com/article/00082?pg=all>



нечных дней – Массачусетс, Нью-Джерси, и Орегон – резко увеличили мощности по выработке электроэнергии на основе солнечной энергии благодаря щедрым государственным субсидиям.

Производство возобновляемой энергии и развитие вспомогательных отраслей стали неотъемлемой частью региональной экономики. В промышленно развитых странах освоение и использование возобновляемых источников энергии вместе с развитием сопутствующих отраслей превратились в «локомотивы» роста экономики таких регионов.

В США руководство ряда штатов, таких как, например, Флорида и Аризона, расширили диапазон налоговых льгот и предоставление других стимулов для привлечения энергетических компаний, использующих возобновляемые источники энергии.

Расширение мест расположения энергетических установок на основе возобновляемых источников энергии помогает решению частных технических проблем, в том числе прерывистого характера работы энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии. Распределение мощностей по использованию возобновляемых источников энергии по более широким площадям помогает уменьшить зависимость от погодных климатических условия, поскольку, например, потоки ветра дуют в различных местах в разное время.

Несколько десятилетий назад возобновляемые источники энергии использовались энергетическими компаниями самостоятельно, а ныне в отрасли по их использованию функционирует большое число компаний-разработчиков, поставщиков комплектующих, клиентов, финансовых фирм и других. Формирование целого комплекса компаний принесло необходимые инновации и помогло отрасли снизить зависимость от государственных субсидий.

По нашему мнению, есть возможность разделить всех игроков на рынке на три категории: а) те, которые в первую очередь улучшают технологии использования возобновляемых источников энергии, б) фирмы, которые стремятся улучшить экономические характеристики систем и в) компании, которые повышают эффективность коммерциализации и совершенствуют маркетинг.

а) Компании, стремящиеся усовершенствовать технологии. В последние годы в отрасль по использованию возобновляемых источников энергии вовлеклись компании из других, традиционных отраслей промышленности. Они принесли в отрасль новые технологии, которые помогли снизить стоимость энергетических установок и повысить их эффективность. Это особенно проявилось в производстве установок по использованию солнечной энергии. Компания General Electric активно вошла на рынок оборудования для использования солнечной энергии, начав выпуск солнечных батарей и стала второй на рынке после компании First Solar Inc. Компания Boeing выпускает солнечные батареи по технологии, которую она впервые разработала при изготовлении своих спутников с целью достижения высокой эффективности использования солнечных панелей.

Фирмы, стремящиеся усовершенствовать технологию производства и использования солнечных батарей все чаще встраиваются в цепочку вертикальной кооперации производства. Так действуют, например, ведущие китайские изготовители солнечных батарей, такие как ReneSola и JA Solar. Компании Sharp и First Solar – известные производители солнечных батарей и модулей – приобрели в последние 2-3 года несколько относительно крупных разработчиков конструкций солнечных батарей.

б) Компании, прилагающие усилия по повышению экономической эффективности систем по использованию возобновляемых видов энергии. В последние годы в отрасль по разработке систем использования возобновляемых видов энергии включились многие компании, занятые разработкой проектов, их финансированием, консультированием и предоставлением других видов услуг.

Крупные транснациональные компании занимаются поиском проектов в разных странах и стремятся захватить контроль над небольшими фирмами, имеющими перспективные разработки. Вместе с тем, значительная конкуренция среди разработчиков помогает сохранить приемлемый уровень цен на закупаемую электроэнергию.

Некоторые компании, как, например SolarCity, смогли разработать и предложить клиентам достаточно выгодную схему лизинга солнечных фотоэлектрических систем для обеспечения электроэнергией жилищ, что позволяет решить проблемы финансирования приобретения дорогостоящих систем и управления их функционированием. Хотя на этом рынке можно ожидать процесса слияния и укрупнения компаний, тем не менее, в настоящее время уже заложена основа развития выгодной для клиентов системы финансирования приобретения систем.

Вовлеченные на рынок посреднические компании, такие как кредитные брокеры и компании, специализирующиеся на разработках и освоении «зеленых» технологий («зеленые маркетологи»), приложили определенные усилия для повышения эффективности проектов. Следует также отметить рост «интеллектуальных» сетевых компаний и накопителей энергии. Они будут играть важную роль в обеспечении развития следующей волны разработок возобновляемых источников энергии.⁴ Успешное развитие экономических технологий накопления и хранения

⁴ Современные тенденции развития “большой” и распределенной энергетики связаны с внедрением интеллектуальных активно-адаптивных сетей нового поколения, или так называемых смарт-гридов. Для динамичного управления нагрузками при нескольких источниках генерации в подобных интеллектуальных сетях практически невозможно обойтись без накопителей энергии. Сетевые накопители электрической энергии попеременно используются системой управления то в качестве генерации, то в качестве нагрузки для выравнивания графика потребления и снижения перегрузок в сети. Как и в централизованных сетях, при работе смарт-гридов накопители энергии также позволяют: сглаживать пики потребления и нагрузки; регулировать частоту и напряжение; сглаживать неравномерности при интеграции в интеллектуальную сеть возобновляемых источников энергии; снижать потери при передаче и регулировании реактивной мощности; использоваться в качестве резервных и аварийных источников электропитания.



энергии позволит решить многие проблемы, в частности, режим прерывистости выработки электроэнергии, с которым сталкиваются потребители электроэнергии, полученной на основе использования энергии ветра и солнца. Вместе с тем, широкое внедрение интеллектуальных счетчиков и методики ценообразования на электроэнергию, получаемую в прерывистом режиме, сделает солнечную энергию более привлекательной.

Кроме того, принадлежащие инвесторам компании, предоставляющие коммунальные услуги, скорее всего, начнут диверсифицировать свою деятельность, расширяя деловые операции на разработку и внедрение новых устройств по использованию возобновляемой энергии. Такие компании, как Duke Energy и Exelon, уже приобрели существенные активы в смежных сегментах деловой активности. Компании, которые строят и владеют инфраструктурой для освоения возобновляемых источников энергии и передачи электроэнергии, в отличие компаний, просто приобретающих электроэнергию по контрактам, имеют более высокую гибкость функционирования, чем небольшие компании, занятые просто получением возобновляемой энергии, которым необходимо думать о создании инфраструктуры для передачи электроэнергии в места ее потребления.

в) Компании, специализирующиеся на повышении эффективности коммерциализации и маркетинговых исследований. Внедрение новых, инновационных бизнес-моделей, особенно тех, которые касаются проектов, требующих высоких расходов на первоначальной стадии реализации, в значительной степени определяет, какими темпами будут осваиваться новые, возобновляемые источники энергии. В США одним из самых важных факторов роста в коммерческой эксплуатации солнечных установок было введение долгосрочных контрактов с фиксированной ценой на электроэнергию.

Фирма SunPower Corporation, производитель установок по получению электрической энергии на основе солнечного излучения, а также ряд других компаний ввели новые структуры фиксирования контрактных цен на установку солнечных батарей на крышах домов клиентов. Компания внедрила схему рассрочки платежа, и не требует от клиента брать на себя большие первоначальные капитальные затраты. Перспективы реализации вышеупомянутых усилий достаточно благоприятны. Ожидается высокий спрос на солнечные батареи с их установкой на крышах жилых домов.

Предполагается расширение применения солнечных зарядных устройств для сотовых телефонов и смартфонов. По оценкам, темпы роста продаж таких устройств составят 30% в год, а объем продаж может составить 300 млн долл. в год.

Высокий спрос ожидается на установки по использованию возобновляемых, в частности солнечных, источников энергии со стороны вооруженных сил. Например, в настоящее время для того чтобы доставить в Афганистан из США 1 т то-

плива, необходимо на транспортировку потратить в 6 раз больше.⁵ Применение солнечных батарей может существенно снизить зависимость военных от использования ископаемого топлива. Фотоэлектрические модули также могут способствовать развитию электрификации во многих странах с развивающейся экономикой, где сети распределения электроэнергии развиты слабо, а необходимость снабжения электроэнергией большого количества приборов бытовой электроники, таких как мобильные телефоны, требует создания развитой электрораспределительной инфраструктуры.

Освоение и использование возобновляемых источников энергии было в последнее десятилетие очагом коммерческой активности, и развивающаяся предпринимательская среда продолжает представлять возможности для инвестиций. Тем не менее, учитывая неопределенность и сложности развития конъюнктуры на рынке возобновляемых источников энергии, принятие инвестиционных решений в этой области в настоящее время представляется гораздо более трудным, требующим навыков принятия решений и инструментов, которые не были необходимы до экономического спада. В условиях повышения степени неопределенности развития рынка принимаемые инвестиционные решения должны включать инструменты эффективного управления рисками и планирования на случай непредвиденных обстоятельств.

В целом следует отметить, что относительно благоприятный инвестиционный климат в последнее десятилетие привлекает многие компании на этот рынок и сохраняется высокая уверенность в динамичном развитии экономических показателей действующих на рынке фирм в ближайшей перспективе.

Рассмотрим теперь развитие использования основных видов возобновляемых источников энергии в мировой экономике.

Сланцевый газ. Существенным фактором, определяющим темпы роста добычи и использования сланцевого газа, является соотношение цен на различные виды альтернативных видов энергии. В большинстве государств достигнуть достаточно низких цен на эти виды энергии пока не удалось и многие приступили к разработке и добыче сланцевого газа, запасы которого оказались весьма существенными. Одновременно многие страны приступили к добыче такого энергоносителя, как сланцевый газ, который стал составлять конкуренцию в энергетике природному газу.

Производство сланцевого газа в настоящее время в большинстве государств менее рентабельно, чем традиционного, природного газа. Но страны, которые не имеют своих месторождений природного газа, намерены развивать данное направление энергообеспечения как достаточно перспективное.

⁵ Dann C., Ahmed S., Ward O. Renewable Energy at a Crossroads The wind, solar, biomass, and geothermal sector has grown in fits and starts — and now may have the momentum to become a self-sustaining industry.// <http://www.strategy-business.com/article/00082?pg=all>



В США добыча сланцевого газа началась в 70-х годах XX века. В тот период стоимость традиционного, то есть природного газа, была невысокой, поэтому разработка трудноизвлекаемых запасов, а именно к таким относят залежи сланцевого газа, не приносила прибыли. Лишь спустя десятилетие, с истощением обычных месторождений, в Соединенных Штатах вновь встал вопрос о развитии сланцевых проектов. Возросшие цены на природный газ, новые технологии бурения и налоговые льготы для разработчиков превратили добычу этого газа в выгодное предприятие.⁶

Многие специалисты назвали начало промышленной добычи сланцевого газа революционным событием, которое должно изменить ситуацию на сырьевых рынках в ближайшее время. Рост добычи этого газа («сланцевая революция») позволил Соединенным Штатам значительно нарастить добычу природного газа, что создало предпосылки для падения цен на сырье в этой стране.⁷

Однако не все эксперты соглашались с перспективностью добычи сланцевого газа. В частности, компания ExxonMobil отказалась в 2012 году от разработки нескольких крупных месторождений в Европе из-за нерентабельности такой деятельности. Экологи утверждают, что добыча сланцевого газа может привести к масштабным загрязнениям окружающей среды.⁸ В Европе добычу сланцевого газа в ограниченных объемах могут вести Франция, Польша, Украина и Германия.

В России также обнаружены залежи этого вида топлива, но, по различным оценкам, учитывая налаженную добычу природного газа, экономической целесообразности в разработке указанных выше залежей в ближайшие годы не предвидится.

Низкая себестоимость добычи сланцевого газа относится к основным аргументам, которые используют сторонники теории роста добычи этого газа. Утверждается, что невысокие затраты на разработку сланцевых месторождений превратят сегодняшних импортеров газа в экспортеров, а также лишат привычных рынков сбыта государства и предприятия, поставляющие традиционный природный газ. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

По данным Международного энергетического агентства (IEA), опубликованным в обзоре состояния мировой энергетике за 2013 год, мировая газовая отрасль входит в эпоху расцвета.⁹ Это объясняется возможностью добывать большие объемы газа, не нанося ущерба окружающей среде.

⁶ РИА Новости Энергетическая надежда Европы: что известно про сланцевый газ <http://ria.ru/infografika/20140520/1007463277.html#ixzz35O1UZTou>.

⁷ Себестоимость добычи сланцевого газа // <http://world-power.ru/article/2.html>

⁸ Себестоимость добычи сланцевого газа // <http://world-power.ru/article/2.html>

⁹ World Energy Outlook // http://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2013_weo-2013-en

Специалисты IEA приводят сведения о себестоимости добычи традиционного природного и сланцевого газа (см. таблицу 1). Стоимость указана по состоянию на 2010 год в долларах за тысячу кубических футов, а в скобках приводится стоимость в долларах за тысячу кубических метров.¹⁰

Таблица 1

Стоимость добычи отдельных видов газа в основных добывающих странах

Страна	Традиционный природный газ	Сланцевый газ	Метан угольных пластов
США	3-7 (106-247)	3-7 (106-247)	3-7 (106-247)
Европа	5-9 (176-318)	5-10 (176-353)	5-9 (176-318)
Китай	4-8 (141-282)	4-8 (141-282)	3-8 (106-282)
Россия*	0-2, 3-7* (70 и меньше, 106-247)	-	3-5 (106-176)
Катар	0-2 (70 и меньше)	-	-

Примечание к таблице:

*Для России IEA приводит два значения себестоимости добычи природного газа. Первый (более низкий) диапазон отражает затраты на добычу сырья в Западной Сибири и Урало-Поволжье, традиционных газодобывающих областях РФ. Второй (более высокий) диапазон отражает стоимость добычи газа в Восточной Сибири, на морском шельфе и в Арктических регионах.

Источник: Себестоимость добычи сланцевого газа // <http://world-power.ru/article/2.html>

Согласно данным IEA, себестоимость добычи сланцевого газа в Европе превышает этот показатель в США. Запасы традиционного природного газа в европейских странах истощаются, поэтому потребность региона в сырье будет удовлетворяться за счет поставок натурального газа из России, а также сжиженного природного газа из Катара и стран Африки. В Китае проекты по добыче сланцевого газа субсидируются правительством. Однако себестоимость добычи сланцевого газа в Китае остается более высокой, чем в США. Это определяется более глубоким залеганием сланцев и связанными с этим технологическими сложностями. Себестоимость добычи сланцевого газа и метана угольных пластов на Ближнем Востоке и в России останется высокой. Это обусловлено в том числе отсутствием стимулов для инвестиций в разработку альтернативных месторождений. Себестоимость добычи традиционного газа в Катаре и России составляет менее 2 долларов за тысячу кубических футов, а запасы сырья остаются высокими.¹¹

Американская энергетическая компания Indiana Gasification LLC провела независимое исследование о себестоимости добычи сланцевого газа в США и других

¹⁰ Себестоимость добычи сланцевого газа // <http://world-power.ru/article/2.html>

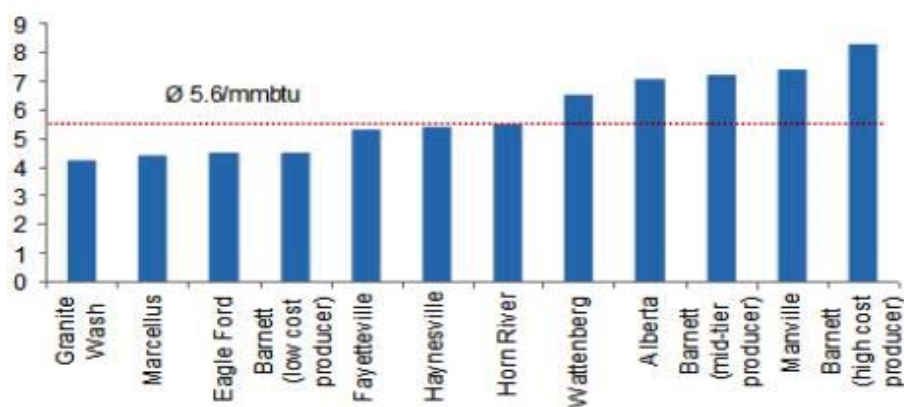
¹¹ Себестоимость добычи сланцевого газа // <http://world-power.ru/article/2.html>



странах.¹² По информации компании, независимые эксперты в сфере энергетики провели масштабное исследование, изучив финансовую документацию газодобывающих компаний. Они пришли к выводу, что средняя себестоимость добычи сланцевого газа в США составляет 7 долл. за 1 тыс. кубических футов (247 долларов за тысячу кубических метров). Также они определили, что только 6% скважин, используемых для добычи сланцевого газа в Соединенных Штатах, являются убыточными. Экологические проблемы, связанные с разработкой сланцевых месторождений в США и других странах, остаются весьма актуальными. В частности, штаты Нью-Йорк и Вермонт запретили применение технологии гидроразрыва пласта, которая применяется для добычи сланцевого газа. Реальная себестоимость добычи газа из сланцевых месторождений значительно превышает ранее задекларированные цифры. Дешевые кредиты банков и желание хедж-фондов инвестировать в добычу альтернативного сырья исказили оценку стоимости разработки месторождений. В результате себестоимость добычи сланцевого газа стала достаточно высокой, что привело к снижению восторженной оценки этого энергоресурса.

Рисунок 1

Средняя себестоимость добычи сланцевого газа и себестоимость в разрезе месторождений в США



Источник: <http://oilprice.com/Energy/Natural-Gas/A-Golden-Future-for-Natural-Gas-in-the-US.html>

Как видно на рисунке 1, средняя себестоимость добычи сланцевого газа для американских месторождений составляет 5,6 долларов за тысячу кубических футов (около 198 долларов за тысячу кубических метров).¹³ Частично рост себесто-

¹² <http://www.indianagasification.com/benefits/energy-benefits/shale-gas-economics/>

¹³ <http://oilprice.com/Energy/Natural-Gas/A-Golden-Future-for-Natural-Gas-in-the-US.html>

имости добычи сланцевого газа обусловлен высоким спросом на оборудование, необходимое для осуществления гидроразрыва пласта. Дефицит на рынке труда квалифицированных специалистов в соответствующей сфере также увеличивает расходы газодобывающих компаний.

Таким образом, можно заключить, что растущий спрос на природный газ в мире в ближайшей перспективе будет удовлетворяться преимущественно за счет разработки традиционных месторождений. Россия и страны Ближнего Востока сохранят ведущие роли на мировом сырьевом рынке, хотя в более отдаленной перспективе сланцевый газ сможет существенно потеснить другие виды энергоресурсов в энергобалансах различных стран.

Солнечная энергия. В странах с высоким числом солнечных дней повышается внимание к использованию солнечной энергии. Многие компании-изготовители энергетического оборудования для электростанций включились в разработку и производство солнечных преобразователей. Французская компания Schneider Electric — мировой эксперт в области управления электроэнергией — заключила соглашение с компанией «Авелар» (входит в ГК «Ренова») о поставке инверторов для первых солнечных электростанций (СЭС), планируемых к строительству в России. Инвертор — один из ключевых высокотехнологичных компонентов СЭС, который преобразует постоянный электрический ток, вырабатываемый солнечными модулями, в переменный ток, поступающий в сеть.

Первую партию оборудования поставят на Кош-Агачскую солнечную электростанцию (Республика Алтай) мощностью 5МВт, которая будет построена уже к августу текущего года. В случае успешной реализации первого проекта «Авелар» планирует приобрести у Schneider Electric инверторы для проектов СЭС мощностью 25 МВт.

Соглашение также предусматривает локализацию производства инверторов на территории России: Schneider Electric будет производить сборку, конечное соединение элементов проводки и тестирование инверторов. Этого требует принятый в 2013 году механизм стимулирования использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на оптовом рынке электроэнергии. На сегодняшний день минимальный уровень степени локализации солнечных электростанций установлен на уровне 50%, а с 2016 года этот показатель должен составлять не менее 70%. Использование инверторов, сборка и тестирование которых произведены на территории Российской Федерации, обеспечивает 12% локализации генерирующего объекта. Использование также и других компонентов, произведенных на территории Российской Федерации, позволит компании «Авелар» выполнить целевые показатели степени локализации для реализуемых проектов СЭС.¹⁴

¹⁴ Schneider Electric и Авелар заключили соглашение о поставках оборудования для солнечных электростанций // http://www.mashportal.ru/company_news-34464.aspx



До 2020 года «Авелар» планирует ввести в строй более 500 МВт солнечной генерации. Общий объем строительства СЭС в России на этот период запланирован на уровне 1,5 ГВт. Рынок инверторов для СЭС до 2020 года можно оценить в 15-20 млрд рублей. Значительную часть этих средств составят инвестиции в локализацию производства в России.

Атомная энергия. Освоением использования атомной энергии для производства электроэнергии заняты многие страны. Эксплуатируемые атомные электрические станции (АЭС) доказали свою эффективность. И, хотя в ряде стран имели место катастрофы, в большинстве государств это не остановило строительство новых атомных электростанций. Учитывая достаточно высокую эффективность АЭС и низкий уровень загрязнения ими окружающей среды, во многих странах принято решение продлить срок эксплуатации действующих АЭС. Однако это требует достаточно высоких капиталовложений, что естественно окажет влияние на повышение стоимости отпускаемой на АЭМ электроэнергии.

По данным экологического агентства Greenpeace, в результате проведения работ по продлению срока эксплуатации ядерных реакторов до 40 лет в период с 2015 по 2020 гг. стоимость вырабатываемой на АЭС электроэнергии повысится и в результате этого электроэнергия, получаемая на основе всех возобновляемых источниках энергии, станет конкурентоспособной по сравнению с электроэнергией, вырабатываемой АЭС. Агентство Greenpeace основывает свои выводы на расчетах французской Счетной палаты, которая пришла к выводу об увеличении издержек производства на 20% через 3 года. Рассчитано, что продление срока службы ядерных реакторов на электростанциях на период от 40 до 50 лет повлечет увеличение расходов на эксплуатацию ядерных реакторов до 133 евро за мегаватт-час (МВт-ч), с возможной вилкой от 91 до 176 евро. При таких показателях, с учетом стоимости обучения потребителей технике использования возобновляемых источников энергии, ветроэнергетические установки, расположенные на участках суши, уже сейчас являются более выгодными, чем электроэнергия, полученная на АЭС, электроэнергия, полученная на солнечных электростанциях станет выгоднее, чем электроэнергия АЭС с 2018 г., а электроэнергия ветровых энергоустановок, расположенных в море, станет конкурентоспособной с 2020 г. Что касается замены существующего ядерного реактора EPR (европейского реактора с водой под давлением), то для него, по данным экспертов Greenpeace, стоимость составит 95 евро за МВт.¹⁵

В целом расходы на модернизацию реакторов на период до 2025 г. составят в среднем 4,4 млрд евро на каждый реактор. Эта программа по стоимости в 4 раза превышает расходы государственной компании Electricite de France на период до

¹⁵ Dupin L. Selon Greenpeace, les énergies renouvelables deviendront plus compétitives que le nucléaire entre 2015 et 2020 // <http://www.usinenouvelle.com/article/selon-greenpeace-les-energies-renouvelables-deviendront-plus-competitives-que-le-nucleaire-entre-2015-et-2020.N268402#xtor=EPR-419>

2025 г. и в 2 раза выше предполагаемых счетной палатой расходов на развитие строительства новых атомных электростанций на период до 2030 г.

Отметим, однако, что расчеты экологической организации базируются на недостаточно сопоставимых данных. Электроэнергия, получаемая на АЭС, характеризуется стабильностью производства, в то время как электроэнергия ветроэнергетических установок вырабатывается с перерывами. Полная нагрузка и выработка электроэнергии осуществляется лишь в 25% всего времени. В результате возникает необходимость капиталовложений в сети передачи и распределения электроэнергии. В результате сравнить затраты в двух видах электростанций достаточно сложно. Кроме того, по подсчетам, если доля какого-либо источника электроэнергии в сетях ниже 30%, то его роль не всегда учитывается в инвестициях.

Геотермальная энергия. В мире используется два вида геотермальной энергии: энергия вулканов, которая выбрасывает на поверхность раскаленную лаву, и энергию горячей воды, выбрасываемой через трещина в земной коре. Энергетический потенциал геотермальных источников в мире составляет около 70 Гвт по каждому из двух видов энергии.

С целью поддержки национальных предприятий-разработчиков, изготовителей и экспортеров оборудования по использованию геотермальной энергии во Франции сформирован специальный кластер GeoDeer. Он имеет целью, среди прочих задач, создание гарантийного фонда для разработки 20 проектов и создания 1 тыс. рабочих мест. Кластер будет заниматься продажей французской технологии и оборудования для получения тепловой энергии и электроэнергии на геотермальных источниках с высокой температурой воды. Среди основателей фонда – известные французские компании-изготовители энергетического оборудования для электростанций – Alstom, GDF Suez, Clemessy, Fonroche, Cryostar, а также государственное Агентство по геологическим и минеральным исследованиям (Bureau de Recherches Géologiques et Minières – BRGM) и Объединение промышленников по использованию возобновляемой энергии (Syndicat des Energies Renouvelables – SER).

Фонд будет покрывать экспортерам государственные и частные риски, связанные с использованием результатов геологических исследований в размере 100 млн евро. Используя этот фонд, французские экспортеры смогут реализовывать одновременно до 20 проектов и экспортировать оборудование и технологию на сумму до 2 млрд евро.¹⁶

Японская компания Mitsubishi Heavy Industries – крупный экспортер оборудования для геотермальных электростанций. Одна из последних поставок – в Кению. Геотермальная электростанция построена с участием субподрядчиков, в роли которых выступили различные японские компании. Это уже пятый проект геотермаль-

¹⁶ Dupin L. Des industriels s'unissent pour exporter la géothermie "made in France" ^ <http://www.usinenouvelle.com/article/des-industriels-s-unissent-pour-exporter-la-geothermie-made-in-france.N271052#xtor=EPR-169> Publié le 25 juin 2014



ных станций, которые строятся в Кении компанией Mitsubishi Heavy Industries. Геотермальные электростанции используют воду и пар из подземной гидросферы, температура которых достигает 250 С. Кения получает около 75% электроэнергии от своих ГЭС. Тем не менее, правительство намерено и дальше расширять практику строительства новых геотермальных электростанций.¹⁷ Компания Mitsubishi Heavy Industries, помимо Кении, построила аналогичные станции еще в 12 странах. Общая мощность этих объектов составляет приблизительно 3 ГВт.

Ветровая энергия. Энергия ветра — это кинетическая энергия движущегося воздуха.¹⁸ Ветроэнергетика с ее зарождением в конце 1970-х гг., стала глобальной отраслью, в которой участвуют энергетические гиганты. В 2008 году новые инвестиции в ветроэнергетику достигли 51,8 млрд долларов США (35,2 млрд евро). Согласно статистическим данным, опубликованным Европейской Ассоциацией Ветровой Энергетики, перспективные рынки существуют в местах с надлежащими условиями размещения. В 2008 году ветроэнергетические установки обеспечили производство около 20% всей электроэнергии Дании, более 11% в Португалии и Испании, 9% в Ирландии и почти 7% в Германии, более 4% всей электроэнергии Европейского союза (ЕС) и почти 2% в США. Начиная с 2000 года, совокупная

¹⁷ В Кении построят геотермальную электростанцию мощностью 35 МВт // <http://www.rosinvest.com/news/329075/>

¹⁸ Ветер, обладающий энергией, появляется из-за неравномерного нагрева атмосферы солнцем, неровностей поверхности земли и вращения Земли. Скорость ветра определяет количество кинетической энергии, которая может быть преобразована в механическую энергию или электроэнергию. Механическая энергия может использоваться, например, для помола зерна и перекачивания воды. Механическая энергия может также использоваться для работы турбин, которые производят электричество. Данная работа сосредоточена именно на ветровой электроэнергии, а не на других неэлектрических формах энергии ветра.

Существует два основных способа, с помощью которых энергия ветра может быть преобразована (как для механических, так и для электротехнических целей): использование либо силы «аэродинамического сопротивления», либо «подъема».

Способ аэродинамического сопротивления означает простое размещение одной стороны поверхности против ветра, в то время, как другая сторона находится с подветренной стороны. Движение за счет аэродинамического сопротивления происходит в том же направлении, что и дует ветер. Способ подъема несколько изменяет направление ветра и создает силу, перпендикулярную направлению ветра. Способ аэродинамического сопротивления менее эффективен, чем способ подъема. Оценка ветровых ресурсов конкретной территории является сложной задачей, которая требует многообъемлющих данных. В целом, доступность и надежность данных о скорости ветра крайне низка во многих регионах мира. В общих чертах, потенциал производства ветровой электроэнергии зависит от следующих четырех факторов: широта и преобладающие режимы ветра, рельеф и высота станции, наличие водоемов, растительность и застройка территории.

установленная мощность выросла в среднем на 30% в год (см. рисунок). В 2008 году более 27 ГВт электрической мощности были установлены в более чем 50 странах, в результате чего глобальный наземный и морской потенциал достиг 121 ГВт. В 2008 году Мировой Совет Энергии Ветра подсчитал, что было выработано около 260 миллионов мегаватт часов электроэнергии.¹⁹

На сегодняшний день доля ветроэнергетики в мировом энергопроизводстве составляет 1%, причем в некоторых странах на долю энергии, выработанной за счет ветра, приходится 20% и более от общего объема энергопоставок.

Страны Азии, демонстрирующие высокие темпы роста новых мощностей ВЭУ, в настоящее время являются их основными покупателями. Европа, теряющая свою долю в мировой ветроэнергетике, все еще удерживает лидерство, но по темпам развития ветроэнергетики европейские страны уступают странам Азии.

Учитывая дальнейшее развитие ветроэнергетических технологий, их разнообразие, а также дополнительный импульс, полученный отраслью в 2005 году, можно с уверенностью сказать, что рост и распространение ветроэнергетики в мире будет наблюдаться и в ближайшие годы.

В США эмбарго на поставки нефти, введенное странами ОПЕК в 1973 году, стало основным фактором реализации программы, направленной на развитие ветроэнергетики в США. Компания Westinghouse Electric разработала первые ветроэнергетические установки (ВЭУ) мощностью 200 кВт, известные как MOD-OA. Наиболее мощная из этой серии ветротурбина MOD-5B мощностью 3,2 МВт установлена на Гавайях. Коммерческое развитие ветроэнергетической промышленности США началось после принятия в 1978 году государственного акта по регулированию политики страны в области коммунального хозяйства (PURPA) и введенного льготного 25% кредита для инвесторов в производство ВЭУ. В результате только за период 1981-1984 годов в Калифорнии было установлено 6870 ветротурбин. Однако после 31 декабря 1985 года, когда закончилось предоставление налоговых льгот по кредитованию, а цена на нефть упала до 10 долларов за баррель, множество мелких компаний – производителей ВЭУ исчезло. Смогли «выжить» только наиболее надежные и перспективные. Стоит отметить, что интерес к ветроэнергетике в США возобновился в 1998 году. Доля электроэнергии, выработанной ветряными турбинами, составила рекордные 4,8% от общего объема электроэнергии, потребленной в Соединенных Штатах Америки в январе 2014 г., согласно данным Американской ассоциации по энергетической информации. Такие результаты были достигнуты вопреки негативному течению обстоятельств.

В 2013 г. федеральное правительство в Вашингтоне отменило субсидии для ветряных электростанций, а бум добычи сланцевого газа сделал голубое топливо

¹⁹ Энергия ветра // <http://re.buildingefficiency.info/renewable-energy-technologies/wind-energy-overview/>



экстремально дешевым, что рассматривалось многими экспертами как подрыв конкурентоспособности возобновляемых источников энергии.²⁰

Индустрия продолжает активно расти только потому, что электроэнергия, вырабатываемая за счет силы ветра, оказывается дешевле, чем энергия, вырабатываемая за счет сжигания угля или газа. Согласно статистическим данным, больше всего ветровой электроэнергии вырабатывается в богатых природным газом штатах: Техасе, Оклахоме и Колорадо.

Стоимость 1 МВтч ветровой электроэнергии в мире составляет около 84 долл. – с учетом отмены субсидий в США – столько же, сколько стоит в среднем по всему миру 1 МВтч электроэнергии, вырабатываемой газовыми электростанциями.

В Соединенных Штатах наблюдается жесточайшая конкуренция между ветром и природным газом. С одной стороны, технология гидроразрыва пластов (применяемая для добычи сланцевого газа) привела к перевороту в американской энергетике, и теперь цены на газ в США являются самыми низкими в мире, и республиканцы в конгрессе активно выступают в пользу начала масштабного экспорта природного газа.

С другой стороны, ветровым электростанциям позволяли удерживаться на плаву значительные федеральные субсидии, но с их отменой индустрия продолжила расти. Это говорит о том, что производство электроэнергии «из воздуха» крепко встало на ноги.

Более того, ветровая энергия продолжает дешеветь за счет применения инновационных технологий. За последние четыре года цена ветряной энергии сократилась на 43%, что объясняет отмену субсидий за ненадобностью. В 2013 г. субсидии выплачивались на уровне 23 долл. за МВт/ч при средней цене в 84 долл. за МВт/ч, т.е. на уровне 27%.

В ближайшие несколько лет доля ветровых электростанций продолжит расти быстрыми темпами, в том числе за счет множества уже заключенных контрактов. Общий объем американской индустрии ветровой энергии оценивается в 14 млрд долл., при этом она является вторым крупнейшим потребителем турбин в США.

Следует отметить, что цена электроэнергии, вырабатываемой угольными электростанциями, на 3% ниже среднемировой цены ветровой и газовой электроэнергии. Однако сами угольные электростанции дороги в сооружении и обслуживании, а также загрязняют окружающую среду. При этом стоимость энергии атомных электростанций в два раза дороже средней цены газовой и ветровой энергии в 84 долл.

Внутри Соединенных Штатов спрос на природный газ неуклонно растет на фоне отказа от энергии угля и атома, что сказывается на его цене – она начала

²⁰ Роуз К. Альтернатива альтернативе: США нашли замену сланцевому газу // <http://top.rbc.ru/economics/08/04/2014/916326.shtml>

расти, согласно данным Министерства энергетики США. Но стоит отметить, что в 2008 г. природный газ в США стоил 8,90 долл. за 1 млн британских термических единиц (311,5 долл. за 1 тыс. куб. м), в 2013 г. – 3,73 долл. (130,55 долл. за 1 тыс. куб. м), что значительно ниже среднемировой цены.

В Великобритании природный газ стоит 318,5 долл. за 1 куб. м, 385 долл. за куб. м в ФРГ и 595 долл. за куб. м в Японии. С учетом стремления США экспортировать американский природный газ, а также роста внутреннего спроса, у американского газа остается огромный запас конкурентоспособности в глобальном масштабе. Если же цена природного газа повысится, то ветровая энергия победит.

Для удержания цен на газ на относительно невысоком уровне производители природного газа в США используют методы ухода от налогов, что осуждается как методы нечестной конкуренции. Некоторые компании формируют так называемые общие партнерства с ограниченной ответственностью, что позволяет уходить от уплаты налога на прибыль и снижать цену на газ.

В США существуют ограничения на экспорт газа. Сторонники этих ограничений уверены, что экспорт газа приведет к его удорожанию на внутреннем рынке. При этом следует отметить, что цены на газ внутри США подвержены значительным колебаниям в зависимости от некоторых факторов. В период экстремальных морозов зимы 2013-2014 гг. в США цена на газ в Бостоне на несколько дней взлетела в 10 раз – до 2660 долл. за 1 тыс. куб. м. Подобная нестабильность цен на ископаемое сырье объясняется тем, что такие товары, в частности газ, торгуются в США по краткосрочным или однодневным контрактам или соглашениям.

Цены на энергию ветра гораздо стабильнее, чем цены на любой вид ископаемого топлива. На приобретение ветровой энергии можно заключать 20- и 25-летние контракты, а цену на газ никто не возьмется предсказать и на пять лет вперед.

В целом, в условиях сегодняшней неопределенности американские компании жилищно-коммунального хозяйства тщательно анализируют движение цен на различные источники энергии. Считается, что газ в США будет конкурентоспособен при ценах не выше 157,5 долл. за 1 тыс. куб. м. При более дорогом газе ветровая энергия будет иметь ценовое преимущество.²¹

Бурно развивается ветроэнергетическая промышленность Дании. С 1980 по 1998 год ее оборот достиг 1 млрд долларов США. Ветроэнергетические установки (ВЭУ) датского производства – одни из самых популярных на мировом рынке. В 1981 году ветроэнергетическая промышленность Дании насчитывала всего несколько сотен служащих, сегодня же здесь работают более 15000 человек. Промышленный оборот ветроэнергетики дважды превышает стоимость Датской Североморской газовой промышленности. Объем экспорта датских ВЭУ в 1998 достиг

²¹ Роуз К. Альтернатива альтернативе: США нашли замену сланцевому газу // <http://top.rbc.ru/economics/08/04/2014/916326.shtml>



суммарной мощности 1216 МВт. Сегодня более половины ВЭУ, установленных в мире, датского происхождения.²²

В отличие от ситуации в Дании или Калифорнии (США), где огромное количество ветроэнергетических установок (ВЭУ) было установлено еще в 80-х годах 20 века, в Германии интерес к энергии ветра появился с большим опозданием. Лишь в 1989 году федеральное правительство Германии инициировало программу содействия развитию ветроэнергетики в стране. Эта программа предусматривала установку ветроагрегатов суммарной мощностью 250 МВт в течение семи лет. Немецкие коммунальные предприятия обязывались оплачивать своим потребителям 90% стандартных тарифов за поставленную в сеть всеми производителями электроэнергии, выработанную за счет энергии ветра. Проведение этой программы привело к скачку в развитии ветроэнергетики. Германия после трагедии на японской АЭС утвердила амбициозную программу, согласно которой к 2050 году 80% потребляемой энергии будут давать возобновляемые источники энергии – ветер, солнце, вода и биогазы. К концу прошлого года на их долю приходилось 21% – скачек за год на 4 процентных пункта. Энергия ветра уже дает 8% потребляемой в стране энергии. На субсидирование всех видов альтернативной энергии Германия в прошлом году потратила сумму в 14 млрд евро, сопоставимую той, что заплатила за покупку газа в России (10 млрд евро). В ЕС 1 киловатт ветровой энергии субсидируется в размере 10 центов, солнечной – в 40 центов.²³

Активно расширяется производство и использование ВЭУ во Франции. Комиссия по регулированию производства и потребления электроэнергии во Франции (Commission de Régulation de l'Énergie – CRE) пришла к выводу, что норма прибыли на инвестиции в строительство и эксплуатацию некоторых ветровых электростанций является чрезмерно высокой. Комиссия призвала к расширению использования тендеров при выдаче заказов на строительство ветроэлектростанций и регулярному пересмотру тарифов на покупку электроэнергии у ветроэлектростанций, на которых уже налажен процесс выработки электричества. Дело в том, что тарифы на приобретение электроэнергии у ветроэлектростанций часто завышались с целью стимулирования развития этого перспективного вида получения электроэнергии. Это привело к тому, что норма прибыли на капитал у компаний, эксплуатирующих такие электростанции оказалась существенно выше среднего показателя доходности в отрасли, который определен в 5%.²⁴ Комиссия провела проверку нормы прибыли на инвестиции после уплаты налогов на 39 ветряных электростанциях по всей территории страны и выявила, что у 8 станций рента-

²² Энергия ветра // <http://rea.org.ua/dieret/Wind/wind.html>

²³ Энергия ветра борется за конкурентоспособность // http://www.orinfo.ru/edition_number67527

²⁴ Dupin L. 40 % des parcs éoliens ont une rentabilité excessive, selon la Commission de Régulation de l'énergie // <http://www.usinenouvelle.com/article/40-des-parcs-eoliens-ont-une-rentabilite-excessive-selon-la-commission-de-regulation-de-l-energie.N256567> // le 18 avril 2014

бельность равна всего 4%, что, как показал анализ, было связано с неблагоприятными погодными условиями в регионах, где расположены эти станции. Уровень их работы составил менее 1850 часов в год.

Пятнадцать ветроэнергетических станций страны имеют норму рентабельности в диапазоне +/-1% от среднего показателя. Это соответствует средней норме эксплуатации в размере 2170 часов в год. Шестнадцать станций имеют рентабельность выше 6%, а шесть – даже выше 10%. Для этих парков время эксплуатации превышает 2400 часов в год. Эта группа обеспечивает 40% общего объема выработки электроэнергии проанализированными ветроэлектростанциями.

В России ведутся достаточно активные работы по освоению энергии ветра. Специалисты считают главным приоритетом при создании конкурентной среды в энергетике развитие нового сектора генерации, основанного на возобновляемых источниках энергии. Для российской энергетике в целом – это своеобразное ноу-хау, которым развитый мир пользуется довольно давно. Газ и нефть – исчерпаемы и ради энергетической безопасности предстоит пойти по проложенному пути. Важным толчком в продвижении проекта стал федеральный закон № 261 «Об энергосбережении», и областные целевые программы.

БИБЛИОГРАФИЯ:

Wind in power. 2011. The European Wind Energy Association. European statistics. February 2012.-11P.

Dann C., Ahmed S., Ward O. Renewable Energy at a Crossroads// The wind, solar, biomass, and geothermal sector has grown in fits and starts — and now may have the momentum to become a self-sustaining industry.// <http://www.strategy-business.com/article/00082?pg=all>

Dupin L. 40 % des parcs éoliens ont une rentabilité excessive, selon la Commission de Régulation de l'énergie // <http://www.usinenouvelle.com/article/40-des-parcs-eoliens-ont-une-rentabilite-excessive-selon-la-commission-de-regulation-de-l-energie.N256567> // le 18 avril 2014

Dupin Ludovic Des industriels s'unissent pour exporter la géothermie “made in France” ^ <http://www.usinenouvelle.com/article/des-industriels-s-unissent-pour-exporter-la-geothermie-made-in-france.N271052#xtor=EPR-169>

Dupin L. Des industriels s'unissent pour exporter la géothermie “made in France” ^ <http://www.usinenouvelle.com/article/des-industriels-s-unissent-pour-exporter-la-geothermie-made-in-france.N271052#xtor=EPR-169> Publié le 25 juin 2014

Dupin L. Selon Greenpeace, les énergies renouvelables deviendront plus compétitives que le nucléaire entre 2015 et 2020 // <http://www.usinenouvelle.com/article/selon-greenpeace-les-energies-renouvelables-deviendront-plus-competitives-que-le-nucleaire-entre-2015-et-2020.N268402#xtor=EPR-419>

Joerss M., Woetzel J.R., Zhang H. China's green opportunity // https://www.mckinseyquarterly.com/Strategy/Growth/Chinas_green_opportunity_2364



Steitz Chr., Joanny M. Siemens anticipe un quadruplement du marché de l'éolien d'ici 2030 // <http://www.usinenouvelle.com/article/siemens-anticipe-un-quadruplement-du-marche-de-l-eolien-d-ici-2030.N203244>

Роуз К. Альтернатива альтернативе: США нашли замену сланцевому газу // <http://top.rbc.ru/economics/08/04/2014/916326.shtml> (Rouz K. Al'ternativa al'ternative: SShA nashli zamenu slancevomu gazu)

Четверть всех энергетических сделок заключается на рынке возобновляемых источников энергии // <http://www.cybersecurity.ru/consulting/64433.html> // 13.02.2009 (Chetvert' vseh jenergeticheskikh sdelok zakljuchaetsja na rynke vozobnovljaemyh istochnikov jenerгии)

Энергия ветра // <http://re.buildingefficiency.info/renewable-energy-technologies/wind-energy-overview/> (Jenergija vetra)

Энергия ветра борется за конкурентоспособность // http://www.orinfo.ru/edition_number67527 (Jenergija vetra boretsja za konkurentosposobnost')

Энергетическая надежда Европы: что известно про сланцевый газ. РИА Новости // <http://ria.ru/infografika/20140520/1007463277.html#ixzz35O1UZTou> (Jenergeticheskaja nadezhda Evropy: chto izvestno pro slancevyj gaz. RIA Novosti)

