

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(Национальный исследовательский университет)

# СТРОИТЕЛЬСТВО — ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Шестнадцатой Международной межвузовской  
научно-практической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых

(24—26 апреля 2013 г., г. Москва)

Москва 2013

УДК 62+378

ББК 38.1

С 86

**С 86** Строительство — формирование среды жизнедеятельности : сборник докладов Шестнадцатой международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (24—26 апреля 2013 г., Москва) ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». Москва : МГСУ. 1376 с.

Настоящий сборник содержит доклады участников конференции — победителей предварительных конкурсных мероприятий.

Основной целью конференции является содействие развитию инновационной активности и реализации творческого потенциала студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных России и зарубежья, укреплению научных и деловых контактов МГСУ с российскими и зарубежными вузами, интеграции образования, науки и производства.

**УДК 62+378**

**ББК 38.1**

Доклады печатаются в авторской редакции.  
Авторы опубликованных докладов несут ответственность за достоверность приведенных в них сведений.

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2013

Организатор конференции:  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»  
(НИУ)

При поддержке:  
Правительства Москвы,  
Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН),  
Международной ассоциации строительных высших учебных заведений  
(АСВ),  
Учебно-методического объединения вузов РФ в области строительства,  
Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-  
технической сфере.

Организационный комитет конференции:

Председатель:

В.И. Теличенко – ректор ФГБОУ ВПО «МГСУ», проф.; д-р техн. наук,  
заслуженный деятель науки РФ, академик РААСН.

Заместители председателя:

А.А. Волков – первый проректор ФГБОУ ВПО «МГСУ», д-р техн. наук,  
проф., директор программы развития НИУ.

М.Е. Лейбман – проректор по НПД ФГБОУ ВПО «МГСУ».

Члены оргкомитета:

*П.А. Акимов*, д-р техн. наук, проф.; *Н.А. Анискин*, д-р техн. наук, проф.;

*Е.С. Гогина*, канд. техн. наук, проф.; *П.Г. Грабовый*, д-р экон. наук, проф.;

*О.А. Ковальчук*, канд. техн. наук, доц.; *Е.В. Королев*, д-р техн. наук, проф.;

*А.Д. Потапов*, д-р техн. наук, проф.; *В.И. Римшин*, д-р техн. наук, проф.;

*Н.И. Сенин*, канд. техн. наук, проф.; *Е.А. Толмачев*, канд. экон. наук, проф.

Рабочая группа:

*А.И. Алфимова*; *Н.А. Гаряев*, канд. техн. наук, проф.; *Е.Н. Дмитренко*,

канд. техн. наук; *М.Н. Иванов*, канд. техн. наук; *З.И. Иванова*,

канд. ист. наук, доц.; *Т.И. Квитка*; *А.В. Кофанов*, канд. филос. наук, доц.;

*В.А. Лукинов*, д-р экон. наук, проф.; *К.И. Лушин*; *М.В. Митькина*;

*И.П. Молчанова*; *А.М. Орлова*, канд. техн. наук, проф.; *А.В. Соколов*;

*Д.Ю. Чунюк*, канд. техн. наук, доц.

Подбор материалов и подготовка сборника:

Т.И. Квитка, И.П. Молчанова, А.И. Алфимова (отдел организации научных  
мероприятий ЦУНИД МГСУ)

Уважаемые коллеги!



Перед правительством Москвы стоит задача превращения столицы в комфортный для жизни и работы город. Это, в свою очередь, требует соблюдения баланса многих составляющих: увеличения темпов и повышения качества строительства, развития транспортной инфраструктуры, реформирования жилищно-коммунального хозяйства, обеспечения экологической безопасности и т.д.

Последовательное комплексное развитие строительной отрасли невозможно без высококвалифицированных кадров, а также инновационных технологий, которые разрабатываются российскими вузами, в том числе Национальным исследовательским московским государственным строительным университетом — флагманом отечественного строительного образования, с которым Правительство Москвы плодотворно сотрудничает на протяжении многих лет. Это сотрудничество позволяет определить актуальные направления научных исследований и сформулировать госзаказ на подготовку конкурентоспособных специалистов.

Я уверен, что ставшая традиционной Международная межвузовская научно-практическая конференция «Строительство — формирование среды жизнедеятельности» поможет не только выявить молодых талантливых специалистов строительной отрасли, но и продемонстрирует актуальные, готовые к внедрению разработки. Ведь не случайно, в этом году, участниками конференции стали представители почти 30 вузов из 24 регионов России и стран СНГ.

Желаю участникам конференции интересной работы и успехов в достижении поставленных целей.

Заместитель мэра Москвы  
в правительстве Москвы  
по вопросам градостроительной  
политики и строительства



М.Ш. Хуснуллин

*Шилова Л.А., инженер*

ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
строительный университет»

*Соловьев Д.А., научный сотрудник*

ФГБУН Институт океанологии им. П.П. Ширшова  
Российской академии наук

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ «ЗЕЛЕННЫХ» ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

«Зеленая» энергетика, основанная на возобновляемых энергетических технологиях, открывает не только реальные перспективы решения проблемы истощения углеводородных энергоресурсов, но и гармоничного сотрудничества человека с природой. Исследования последних лет убедительно свидетельствуют о том, что на основе возобновляемых энергетических технологий может быть создана достаточно эффективная система согласования энергетических потребностей с природными возможностями, вполне отвечающая принципам устойчивого развития общества [1].

Базовыми индикаторами экономических оценок развития «зеленой» энергетики являются показатели объемов инвестирования и тенденции их изменения, конкурентоспособности, а также значение коэффициента энергетической эффективности.

За счет быстрого роста уже вышедших на конкурентный уровень ветровой энергетике и использования биомассы биоэнергетики, а также малой гидроэнергетики, возобновляемая энергетика покажет максимальные темпы роста среди всех видов энергетике. Общий объем инвестиций в возобновляемые источники энергии увеличился в 2011 году до 257 млрд. долл., по сравнению с 161 млрд. долл. в 2009 году [2] (рис. 1,а). Инвестиции в новые мощности «зеленой» энергетике (без учета крупных ГЭС) главным образом направлены на финансирование новых крупных энергетических проектов (большие ветровые и солнечные технопарки, заводы по производству биотоплива), а также распределенных генерирующих мощностей (в основном солнечных фотоэлектрических панелей на крышах зданий, мощностью менее 1 МВт) и систем отопления и горячего водоснабжения. В целом, финансовые инвестиции, которые включают в себя суммы, вложенные в различные ВИЭ энергетическими компаниями и другими инвесторами, в 2011 году выросли на 15%.

Конкуренентоспособность различных «зеленых» ресурсов характеризуется стоимостью производимой ими энергии по отношению к стоимости энергии конкурирующих источников энергии. В связи с тем, что многие возобновляемые источники энергии (ВИЭ) работают в неуправляемом режиме и требуют дублирования их мощности, стоимость вырабатываемой ими энергии следует сравнивать с топливной составляющей стоимости энергии энергоисточника на органическом топливе. Проведенные расчеты [3] с учетом системных эффектов, обусловленных стохастическим режимом работы ВИЭ, использующих энергию ветра, солнца и малых рек, позволяет определить, какое именно количество ВИЭ требуется ввести в систему (при сохранении дублирующих источников энергии на органическом топливе) и какой это даст экономический эффект. В частности в децентрализованных систем энергоснабжения применение возобновляемых источников энергии оказывается экономически эффективным для значительного числа групп потребителей и районов размещения (рис. 1, б).

Энергетическая эффективность использования «зеленой» энергетики, наглядно характеризуется оценками коэффициента энергетической эффективности. Для любой энергетической станции или установки следует сравнивать выработанную за весь срок службы энергию с энергией, затраченной на производство оборудования и материалов для неё, на сооружение и транспортировку, а также учитывать объем топлива, потребляемый электростанцией. Это отношение может быть выражено через коэффициент энергетической эффективности по аналогии с экономической эффективностью. Но если коэффициент экономической эффективности (срок окупаемости и все экономические показатели) зависят от цены на все составляющие, стоимости объекта и цены на электроэнергию, то коэффициент энергетической эффективности не подвержен конъюнктуре:

$$K_{\text{эн.эф}} = \frac{(\mathcal{E}_c - \mathcal{E}_{\text{сн}}) \cdot T_{\text{сл}}}{\mathcal{E}_{\text{св}} + \mathcal{E}_{\text{тек}} + \mathcal{E}_{\text{мон}}},$$

где  $\mathcal{E}_c$  – годовое производство электроэнергии установкой (электростанцией);

$\mathcal{E}_{\text{сн}}$  – расход на собственные нужды;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы установки;

$\mathcal{E}_{\text{св}}$  – энергия, затраченная на производство оборудования и материалов;

$\mathcal{E}_{\text{тэк}}$  – энергия, затраченная на транспортировку, монтаж и утилизацию установки;

$\mathcal{E}_{\text{мон}}$  – энергия, заключенная в топливе.

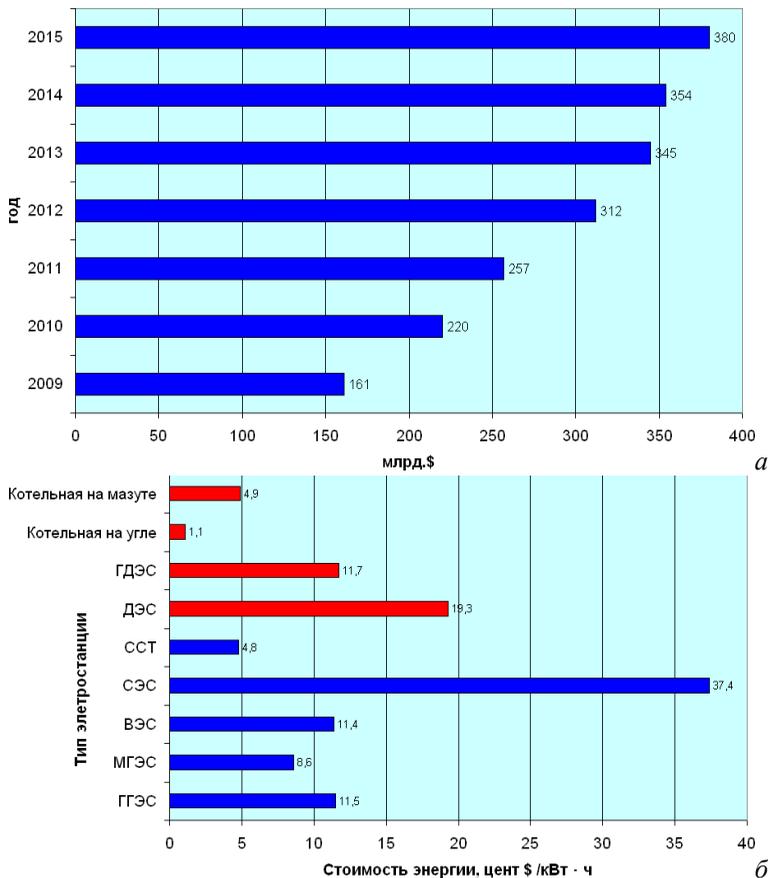


Рис. 1. а – прогноз роста инвестиций в новые мощности «зеленой» энергетики в мире до 2015 г. Источник: REN21 2012; Расчеты авторов; б – средняя стоимость электроэнергии, произведенной источниками на базе ВИЭ (ГГЭС, МГЭС, ВЭС, СЭС, ССТ) и на органическом топливе (ДЭС, ГДЭС) в ценах 2009 г. Источник: [3]

При таком подходе обнаруживается глобальное преимущество использования ВИЭ перед ископаемым топливом: поскольку в этой формуле  $\mathcal{E}_{\text{мон}} = 0$ , то существует принципиальная возможность,

проверенная неоднократно расчетами [4], имеет  $K_{эн.эф} > 1$ . Тогда, как для тепловых электростанций принципиально невозможно иметь  $K_{эн.эф}$  больше, чем КПД или КПИ этой станции, т.е. заведомо меньше единицы. Поэтому для конденсационных и атомных электростанций на тепловых нейтронах  $K_{эн.эф} < \text{КПД} < 1$ , для теплоцентралей  $K_{эн.эф} < \text{КПИ} < 1$  (КПИ – коэффициент полезного использования топлива). Для атомных электростанций на быстрых нейтронах  $\mathcal{E}_{тон}$  может быть равняться нулю или даже принимать отрицательное значение, если коэффициент производства ядерного топлива превысит единицу. Для таких АЭС  $K_{эн.эф}$  может быть также существенно больше единицы.

К преимуществам ВИЭ, наряду с их возобновляемостью, отнесем их экологическую чистоту (по сравнению с органическим топливом) экологическая чистота. Известно, что малые ГЭС, ВЭС, ФЭС и тепловые солнечные станции выбросов газов и загрязняющих веществ не имеют. Не представляет труда определить предотвращение вредных выбросов от электростанций на базе ВИЭ. Например, ветроустановка, малая ГЭС, ФЭС или солнечная станция с термодинамическим циклом, мощностью 1МВт производит в год 1,5-2,0 млн. кВт\*ч энергии. Предотвращение эмиссии  $\text{CO}_2$  по сравнению с другими электростанциями составит: ТЭС на газе – 0,5-1,1 тыс. тонн, ТЭС на нефтепродуктах – 0,5-1,1 тыс. тонн, ТЭС на угле – 0,5-1,1 тыс. тонн.

В то же время в ближайшей перспективе, проблема нехватки чистой пресной воды для населения и промышленности становится все более острой. В этой связи сравнение безвозвратных удельных потерь на традиционных электростанциях и электростанциях на базе ВИЭ говорит о неоспоримых преимуществах данного вида производства электроэнергии. Так, безвозвратные удельные потери воды на топливных электростанциях США и на ВЭС: АЭС - 2,3 л/кВт\*ч, угольная - 1,9 л/кВт\*час, на нефти и нефтепродуктах - 1,6 л/кВт\*ч, комбинированная газовая - 0,95 л/кВт\*ч, ветровая - 0,004 л/

кВт\*час, фотоэлектрическая - 0,11 л/кВт\*час. Несмотря на то, что электроэнергия, вырабатываемая на крупных ГЭС, одна из самых дешевых, во многих странах, особенно развитых, рост мощностей крупной гидроэнергетики в последние годы сдерживается соображениями охраны окружающей среды, а также риском затопления

обширных площадей и необходимостью переселения больших масс населения.

При оценке экологической эффективности «зеленой» энергетики нередко используется понятие «экологически чистая» электростанция на базе ВИЭ, хотя нужно иметь в виду, что любое преобразование энергии всегда сопровождается экологической нагрузкой на природу. Поэтому экологическая эффективность в общем случае для всех видов ВИЭ, связанных с воздействием на окружающую среду, определяется отношением экологических достижений к вызвавшим их затратам. Экологические достижения рассчитываются по разности показателей качества окружающей среды до, и после введения природоохранных мероприятий. Их объем в стоимостном выражении связан с решением проблем социальной эффективности, затрат на технику промышленной экологии, экономической оценки использования природных ресурсов и эффективности инвестиционных проектов и программ. Как и традиционная энергетика, расширение использования ресурсов ВИЭ несет в себе определенный экологический риск - вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие воздействия на окружающую среду [5]. Риск связан с возможным нарушением естественного функционирования ландшафтов и экосистем, устойчивого развития природно-хозяйственных систем (пожары, взрывы, аварии на энергосистемах и т.д.), когда изменение их состояния сопровождается вредными для человека последствиями. Оценки экологических рисков использования возобновляемой энергетики еще не достаточно изучены. В этой сфере энергетики есть недостаточность понимания условий и возможности наступления критических событий, плохая их предсказуемость или даже полная непредсказуемость. Такая неопределенность возникает вследствие отсутствия достаточной статистической информации о негативном воздействии ВИЭ на природу и недостаточной точности данных. Качественная оценка экологических рисков использования ВИЭ подразумевает расчет двух индикаторов: вероятность наступления критического события и опасность этого события для человека или природных систем. Несмотря на то, что «зеленая» энергетика относится к экологически безопасной энергетике, в ней изначально заложены экологические риски, требующие своей всесторонней оценки. Ветроэнергетика является источником низкочастотных колебаний, губи-

тельных для птиц, морские ветропарки оказывают дезориентирующее влияние на навигацию перелетных птиц и мигрирующих рыб. Солнечная энергетика также не является полностью экологически безопасной, особенно по технологиям получения сырья для солнечных модулей и др. Нередко для достижения приемлемых показателей эффективности, размещение панелей солнечных фотоэлектрических преобразователей требует отчуждения значительных по площади территорий, приводящее к нарушению экологического баланса. В целом, при сегодняшнем уровне замещения ВИЭ углеводородной энергетике их использование, обычно, не создает значительных угроз и рисков, и, тем не менее, каждое такое критическое событие требуют особенно внимательного рассмотрения и принятия соответствующих решений. Так, нередко отмечаются возможные случаи повреждение ветротурбин в результате возгорания, которое может привести к катастрофическим последствиям – практически полному уничтожению установки (это связано с тем, что лопасти ветротурбин изготавливаются из легко воспламеняющегося углепластика). Такие случаи происходят в результате технической неисправности или удара молнии. Уязвимость ветроустановок увеличивается в зависимости от размеров турбины и места её установки (большему риску подвержены оффшорные ВЭУ). При производстве солнечных фотоэлементов уровень загрязнений не превышает допустимого уровня для предприятий микроэлектронной промышленности. Современные фотоэлементы имеют срок службы 30—50 лет. Применение кадмия, связанного в соединениях, при производстве некоторых типов фотоэлементов с целью повышения эффективности преобразования, ставит сложный вопрос их утилизации, который тоже не имеет пока приемлемого с экологической точки зрения решения, хотя такие элементы имеют незначительное распространение, и соединениям кадмия при современном производстве уже найдена достойная замена. Солнечные концентраторы вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т. д. Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами. Экологическая эффективность использования того или иного вида «зеленой» энергии определяется также и выбором места его размещения. Успешное решение проблем по переработке электроэнергии, получаемой на базе установок ВИЭ, неразрывно связано с обеспечением устойчивого развития территории, где она функционирует. Очевидно, что без учёта природно-экологических территориальных систем в процессе планирования развития территории невозможно достичь формирования комфортной и благоприятной среды для жизни людей. Поэтому принятие экономически целесообразных, экологически допустимых и социально обоснованных решений по использованию выбранного источника энергообеспечения территории невозможно без разработки природно-экологического каркаса [6].

Важно отметить, что только комплексный подход к оценке эффективности использования «зеленых» энергетических технологий, включающий помимо экономических индикативных оценок также представление о структуре и функционировании природно-экологических экосистем, даст наиболее точную оценку при планировании стратегического развития и эффективного использования ресурсного потенциала доступной «зеленой» энергии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Безруких П.П., Стребков Д.С.* Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2005. 264 с.
2. *Бушуев В.В., Громов А.И., Куричев Н.К., Николаев М.А., Соловьев Д.А.* Энергетические истоки и последствия глобального кризиса 2010-х годов. Под. ред. д.т.н. проф. В.В. Бушуева и к.г.н. А.И. Громова М.: ИЦ "Энергия", 2012. 88 с.
3. *Шилова Л.А., Соловьев Д.А.* Использование и размещение объектов приливной энергетики. Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы» №6 июнь 2012 (690).с. 32-35
4. *Шеер Г.* Восход солнца в мировой экономике. Стратегия экологической модернизации // Г.Шеер // М.: Тайдекс Ко, 2002. – 320 с.
5. *Marchenko O.V.* Mathematical modeling of electricity market with renewable energy sources // «Renewable Energy», 2007. Vol. 32. №6. P. 976-990.
6. REN21. 2012. Renewables 2012 Global Status Report - URL: [www.ren21.net](http://www.ren21.net)