

## ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В МИРЕ И В РОССИИ

академик Фортон В.Е. – Председатель Программного комитета Форума REENFOR-2013,  
д.т.н. Попель О.С. – Председатель Организационного комитета Форума REENFOR-2013

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва

### Введение

Природные возобновляемые источники энергии (ВИЭ): биомасса (дрова, хворост), ветер, солнечное излучение, водные потоки, наряду с мускульной силой людей и животных, были основными источниками энергии, применяемыми человеком в натуральном хозяйстве на ранних этапах развития цивилизации. Однако технологии и соответствующие технические устройства для их использования (очаги, мельницы, сушилки и т.п.) в то время были примитивными и позволяли получать тепло и механическую энергию лишь в малых количествах.

Промышленная революция, начавшаяся в середине XIX века и характеризовавшаяся переходом от ручного труда к машинному, базировалась в основном на сжигании угля и древесной биомассы, вклад которых в начале XX века в структуру мирового потребления энергоресурсов достиг соответственно около 60 и 40% [1].

Освоение технологий нефте- и газодобычи в XX веке стало приводить к постепенному снижению вкладов биомассы и угля в мировой энергетический баланс, и к началу 70-х годов прошлого века нефть стала основным энергоресурсом, используемым человечеством. Ее вклад в энергетический баланс в это время достиг исторического максимума около 47%. При этом относительная доля угля снизилась до 25%, а биомассы до 12%. Оставшаяся часть баланса (около 16%) стала покрываться все более широко используемым природным газом.

«Энергетический кризис» 70-х годов дал толчок к пересмотру энергетических стратегий развития многих стран. Стало ясно, что нефть не может быть надежной долгосрочной основой развития мировой энергетики и необходимо диверсифицировать используемые первичные источники энергии. Начавшееся активное развитие атомной энергетики в мире резко замедлилось в связи с Чернобыльской катастрофой (1986 г.) и другими авариями на атомных электростанциях.

Наряду с энергетическими проблемами в мире стала нарастать озабоченность уровнем воздействия человека на окружающую среду. В 1992 году была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК) [2], признавшая существование проблемы изменения климата, являющейся в значительной мере результатом антропогенной деятельности. Во многих странах начались активные исследования и разработки по поиску новых более экологически безопасных источников энергии и технологий их преобразования, к которым, в первую очередь, относятся природные ВИЭ.

Следует отметить, что наибольший интерес к ВИЭ, сопровождавшийся ростом финансирования исследований и разработок в этой области как из государственных бюджетов, так и частными компаниями, в том числе энергетическими, был проявлен странами, находящимися в сильной зависимости от импорта традиционных энергоресурсов (страны Европейского Союза, США, Япония, позднее Китай и др.). В относительно короткие сроки к началу нового века были достигнуты значительные успехи в коренном улучшении энергетических и технико-экономических показателей различных технологий преобразования ВИЭ в полезные для человека виды энергии: тепло, электричество, холод, новые виды печного и моторного топлива. Многие технологии энергетического использования ВИЭ приблизились к порогу конкурентоспособности с традиционными технологиями, базирующимися на традиционных органических энергоресурсах, а в некоторых благоприятных условиях, практических приложениях и регионах превзошли этот порог. Вследствие интенсивных разработок и освоения промышленных технологий стоимость энергии и биотоплива, производимых с помощью ветроустановок, фото-

электрических преобразователей, солнечных тепловых, геотермальных и биоэнергетических установок, удалось снизить в разы (рис. 1) [3].

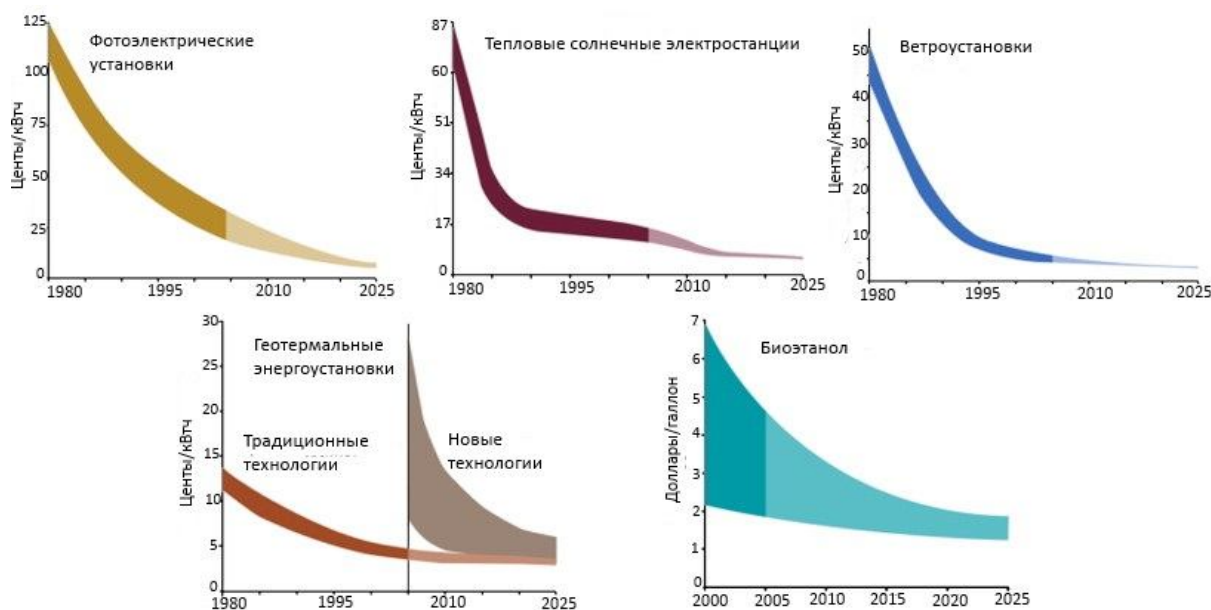


Рис.1. Тенденции изменения стоимости энергии от различных возобновляемых источников энергии (в ам. центах 2005 г.), [3]

Это дало основание рассматривать возобновляемую энергетику как один из ключевых трендов развития мировой энергетики, способных содействовать решению глобальных энергетических и экологических проблем человечества, обусловленных неуклонным ростом населения и растущим потреблением энергии, которое к 2020 году по прогнозам возрастет до 18...20 млрд. т н.э. в год [4].

### Обобщенные показатели современного развития ВИЭ в мире

Существует два отличающихся методических подхода к определению возобновляемых источников энергии и учету их в энергетических балансах. В общем случае термин «возобновляемые источники энергии» применяется по отношению к тем источникам энергии, запасы которых восполняются естественным образом, прежде всего, за счет поступающего на поверхность Земли потока энергии солнечного излучения, и в обозримой перспективе являются практически неисчерпаемыми. Это, в первую очередь, сама солнечная энергия, а также ее производные: энергия ветра, энергия различных видов биомассы, рост которой связан с процессами фотосинтеза, энергия водных потоков, морских волн, низкопотенциальное тепло окружающей среды и т.п. К возобновляемым источникам энергии относят также геотермальное тепло, поступающее на поверхность Земли из ее недр, энергию морских приливов, обусловленных, прежде всего, гравитационным взаимодействием Земли и Луны, а также некоторые источники энергии, связанные с жизнедеятельностью человека (органические отходы промышленных и сельскохозяйственных производств, бытовые отходы и т.п.). В принципе, источником энергии является любая система, не находящаяся в равновесии с окружающей средой, и в этой связи набор потенциальных источников возобновляемой энергии весьма широк.

При таком общем подходе в энергетическом балансе, безусловно, следует учитывать и давно уже используемые гидроэлектростанции, суммарная мощность которых в мире составляет около 990 ГВт и на которых вырабатывается около 3700 ТВтч электроэнергии в год. Все еще довольно широко во многих странах, прежде всего в развивающихся, в энергетических целях применяется традиционная биомасса (дрова, хворост и т.п.), вклад которой в суммарный мировой энергетический баланс сегодня оценивается примерно в 9,3%. С учетом этих источников энергии ВИЭ сегодня обеспечивают значительный вклад в мировое потребление энергии, оцениваемый около 19% (рис. 2) [5].

Остальная часть мирового энергобаланса покрывается традиционными ископаемыми органическими топливами – 78% (уголь, газ, нефть) и ядерной энергией – около 3%.

Если отдельно рассматривать только производство электроэнергии, как наиболее эффективного энергоносителя, определяющего уровень технологического развития стран [4], то в этом случае вклад всех видов ВИЭ в мировое производство электроэнергии составляет около 22%, из них на гидроэнергетику приходится около 17%, а на другие ВИЭ несколько больше 5% (рис. 3) [5].

Следует однако отметить, что гидроэнергетический потенциал крупных рек в мире освоен уже примерно на треть, причем неосвоенная его часть сосредоточена преимущественно в развивающихся странах, и дальнейшее развитие крупной гидроэнергетики ограничено в том числе экологическими ограничениями (затопление больших территорий и т.п.).

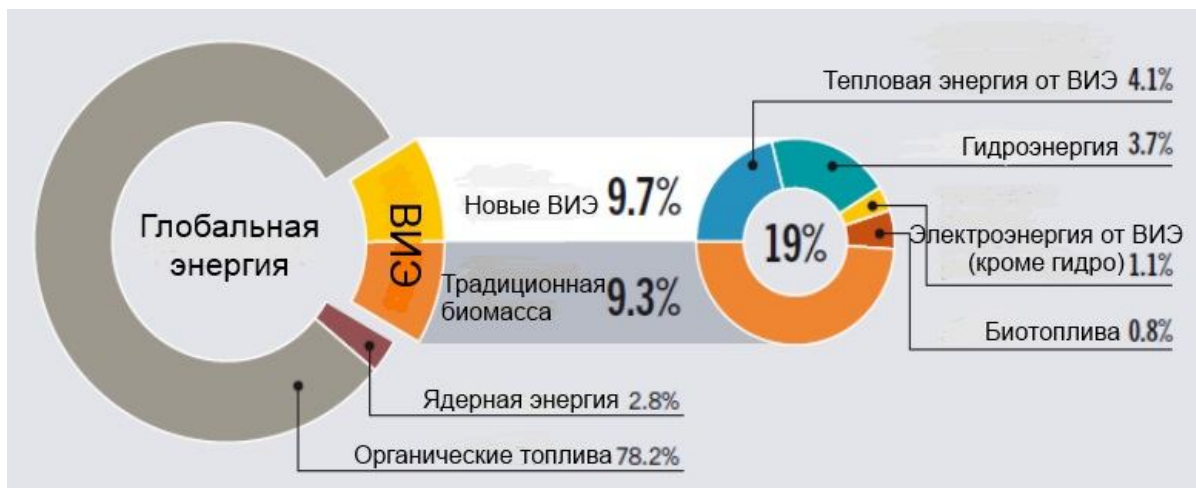


Рис. 2. Вклад традиционных и нетрадиционных ВИЭ в глобальное потребление энергии в 2011 г. (данные REN21 [5])



Рис. 3. Вклад возобновляемых источников энергии в мировое производство электроэнергии в конце 2012 г. (данные REN21 [5])

Потребление традиционной биомассы в мире неуклонно сокращается в связи с переходом на более совершенные технологии теплоснабжения и приготовления пищи. Таким образом, расширение масштабов освоения ВИЭ в мире сегодня связывается лишь с относительно новыми технологиями их энергетического использования, и среди специалистов преобладает второй подход, при котором к ВИЭ относят только новые

технологии, а крупные ГЭС мощностью более 25 МВт и традиционная биомасса, используемая для теплоснабжения и приготовления пищи, из рассмотрения исключаются.

В то время как традиционная энергетика, базирующаяся на ископаемых органических энергоресурсах, с начала XXI века в среднем в мире росла с темпом всего 1...1,5% в год, новые технологии ВИЭ в это же время развивались со средними темпами в десятки процентов в год (рис. 4) [5].

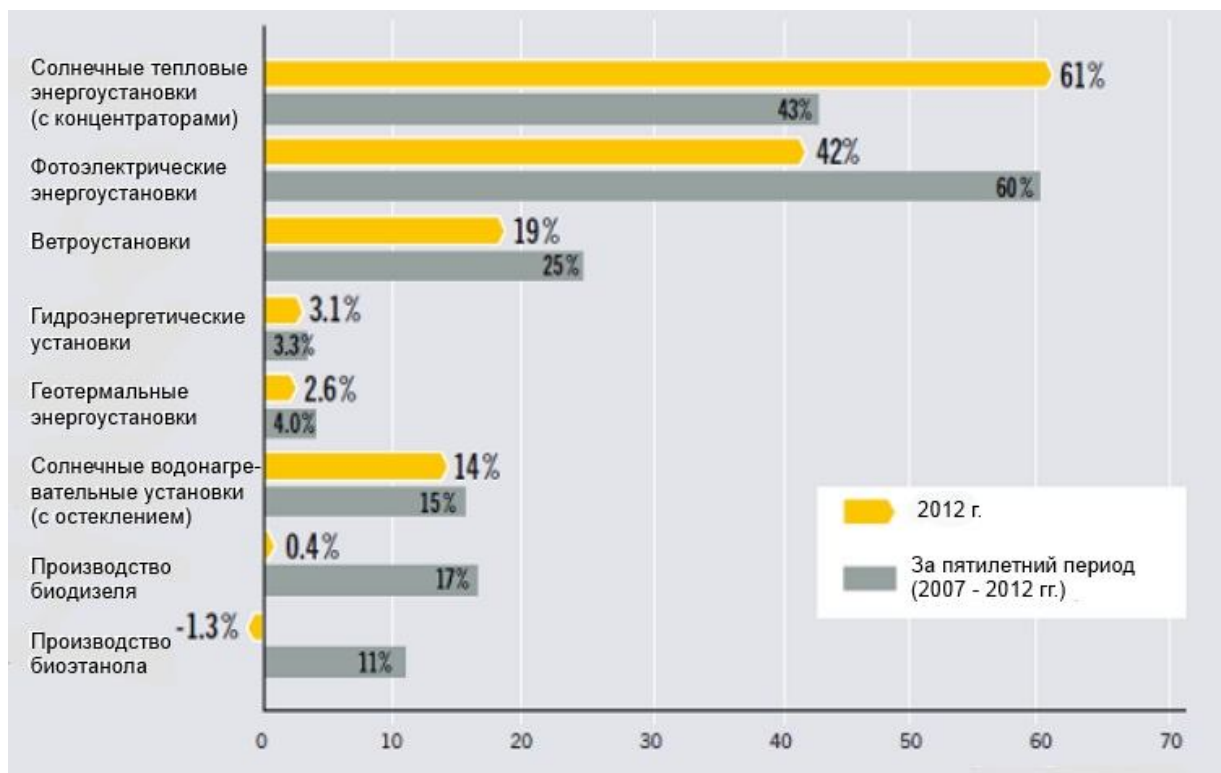


Рис. 4. Средние годовые темпы роста мощности энергоустановок на ВИЭ и производства биотоплива в 2007...2012 гг. (данные REN21 [5])

Столь высокие темпы проникновения ВИЭ на крайне инерционный энергетический рынок, новые технологии на который пробиваются десятилетиями, свидетельствуют о том, что возобновляемая энергетика становится все более серьезным «игроком» и заслуживает пристального внимания.

Вывод о том, что новые технологии преобразования ВИЭ сделали заявку на то, чтобы претендовать на серьезные роли в будущей мировой энергетике, подтверждается непрерывным ростом инвестиций в данный сектор энергетике, которые в 2011 году достигли 279 млрд. долларов США (рис. 5) [4] и в отличие от инвестиций в другие сектора мировой экономики не претерпели заметного спада вследствие мирового финансово-экономического кризиса 2008 года. По сравнению с 2011 годом в 2012 году инвестиции в ВИЭ несколько уменьшились, что объясняется тем, что удельная стоимость оборудования (прежде всего фотоэлектрических преобразователей и ветроустановок) за год значительно снизилась (ввод в эксплуатацию новых энергоустановок на ВИЭ в 2012 году составил 85 ГВт, в то время как в 2011 г. 80 ГВт).

Страны-лидеры по инвестициям в ВИЭ включают Китай, США, Германию, Италию и Индию. Инвестиции Китая в 2011 году составили 51, США – 48, Германии – 31 (большая часть из них была инвестирована в малую распределенную энергетику на ВИЭ, в основном в крышные фотоэлектрические установки), Италии 29, Индии 12 млрд. долларов США. Максимальные темпы роста инвестиций в ВИЭ в 2011 году по отношению к 2010 году имели место в Италии (248%), США (58%) Канаде (47%), Бельгии (40%), Китае (28%), Индии и Бразилии (по 25%).

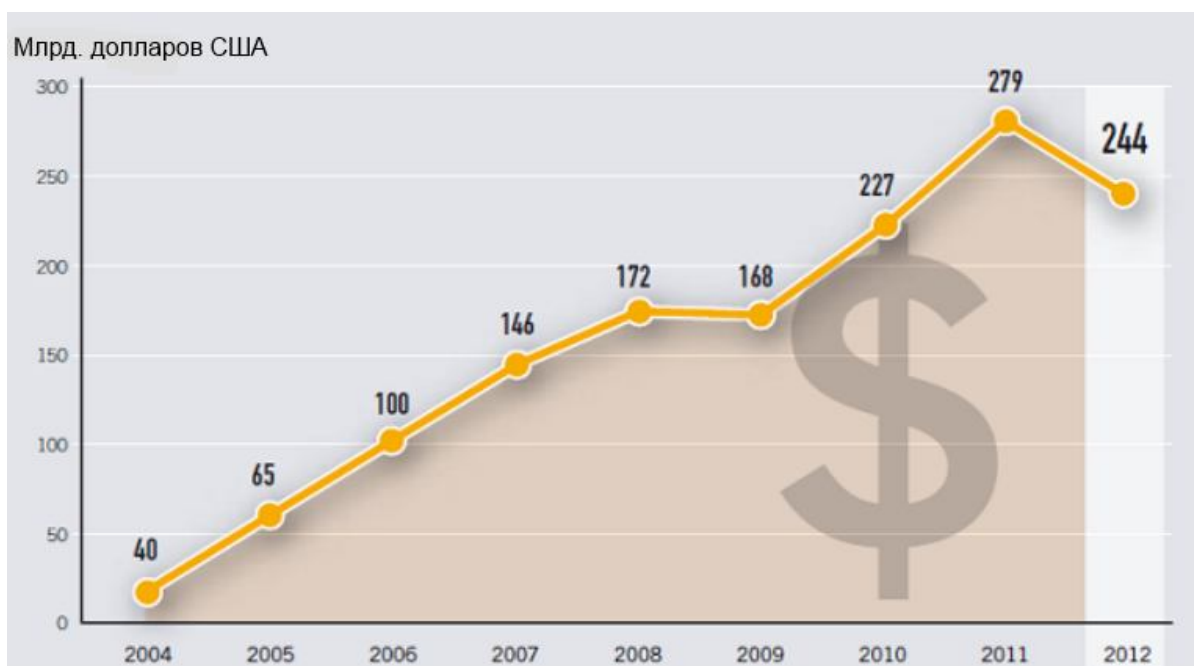


Рис. 5. Рост инвестиций в развитие новых ВИЭ (данные REN21 [5])

Наибольшие инвестиции в 2012 г. отмечены в солнечной энергетике – 140 млрд. долларов США и ветроэнергетике – более 80 млрд. долларов США. В солнечной энергетике инвестиции были направлены прежде всего на создание крышных фотоэлектрических установок в Германии, Италии и Великобритании, а также на строительство нескольких солнечных тепловых электростанций в Испании и в США.

Интегральные показатели развития возобновляемой энергетики в мире в период с 2010 по 2012 год приведены в табл. 1 [5].

Таблица 1. Показатели развития ВИЭ в мире

	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Инвестиции в развитие ВИЭ, млрд. долларов США	227	279	244
Мощность энергоустановок на ВИЭ (без ГЭС), ГВт	315	395	480
Мощность энергоустановок на ВИЭ (с учетом ГЭС), ГВт	1250	1355	1470
Мощность ГЭС, ГВт	935	960	990
Производство энергии на биоэнергетических установках, ГВтч	313	335	350
Мощность фотоэлектрических энергоустановок, ГВт	40	71	100
Мощность солнечных тепловых электростанций (с концентраторами), ГВт	1,1	1,6	2,5
Мощность ветроустановок, ГВт	198	238	283
Тепловая мощность солнечных водонагревателей, ГВт <sub>(т)</sub>	195	223	255
Производство биоэтанола, млрд. л/год	85	84,2	83,1
Производство биодизеля, млрд. л/год	18,5	22,4	22,5
Количество стран принявших долгосрочные программы развития ВИЭ	109	118	138

В 2012 году суммарная установленная мощность энергоустановок на новых видах ВИЭ достигла 480 ГВт и почти в полтора раза превысила суммарную мощность действующих в 32 странах мира 439 ядерных энергетических реакторов равную 340 ГВт.

Сегодня 138 стран мира сформулировали целевые индикаторы по развитию ВИЭ на период до 2020 года и на более дальнюю перспективу. В большинстве случаев в течение ближайших 10 лет планируется достичь вклада ВИЭ в энергобалансы на уровне от 10 до 30%. Наиболее амбициозные целевые индикаторы приняты в Европейском Союзе (рис. 6) [5].

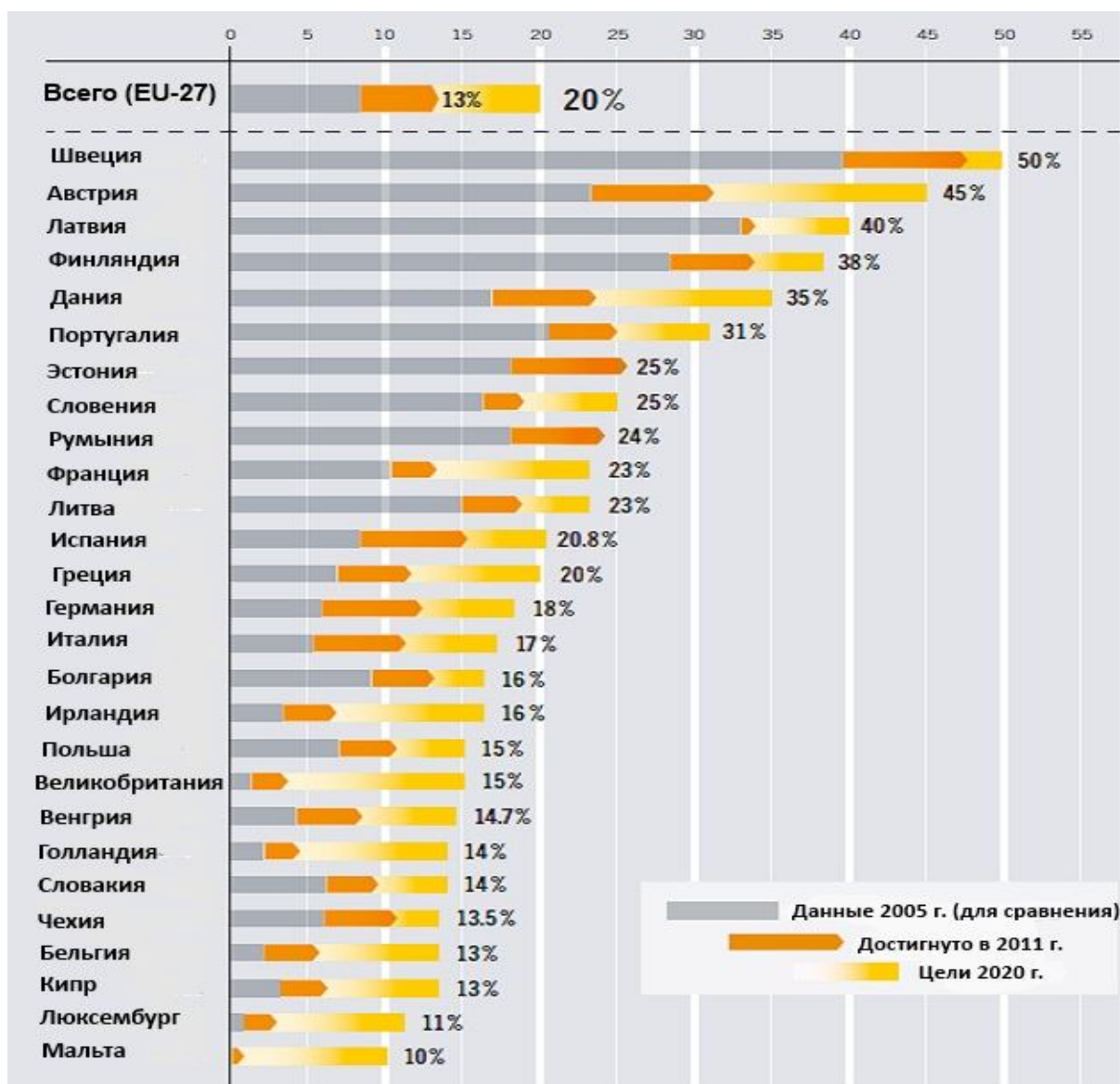


Рис. 6. Достигнутые в 2005 и в 2011 гг. показатели по вкладу ВИЭ в конечное потребление энергии в странах ЕС и цели на 2020 г. (данные REN21 [5])

Следует еще раз подчеркнуть, что в большинстве стран-лидеров ускоренное освоение ВИЭ осуществляется при определяющей государственной политической, законодательной и прямой финансовой поддержке. Наиболее распространенной формой стимулирования развития ВИЭ в области электрогенерирующих установок являются так называемые FIT- тарифы (feed-in tariffs) и RPS – стандарты (renewable portfolio standards).

Суть этих стимулирующих экономических мер состоит в следующем. FIT-тарифы – это специально установленные повышенные тарифы на электроэнергию, закупаемую от энергоустановок на ВИЭ, и обеспечивающие рентабельность генерации энергии. Они действуют в 65 странах и дифференцируются по типам и мощностям энергоуста-

новок, утверждаются на длительный срок (10...20 лет) и, как правило, постепенно снижаются из года в год с учетом развития технологий. Так в Германии такие тарифы впервые были введены в 2000 г. и действуют с небольшими коррективами, внесенными в 2010 г., по настоящее время. За это время с учетом развития и удешевления оборудования они для фотоэлектрических установок были снижены более чем в два раза до менее 17...18 Евро-центов/кВтч.

Электроэнергия от фотоэлектрических установок несмотря на существенное снижение их стоимости за последние годы остается пока самой дорогой среди энергоустановок, использующих ВИЭ. Поэтому FIT-тарифы на электроэнергию от других установок устанавливаются на более низком уровне. Интересно отметить, что принятые в Испании несколько завышенные для ее климатических условий тарифы привели к буму в строительстве солнечных энергоустановок, и вместо ожидаемых 400 МВт к 2012 году были введены энергоустановки установленной мощностью около 3 ГВт. В результате, в 2012 году прием новых заявок на установление FIT-тарифов для солнечных установок был временно приостановлен. Тарифы продолжают действовать только для созданных или уже начатых в строительстве энергоустановок.

Среди наших ближайших соседей FIT-тарифы для ВИЭ были приняты в сентябре 2008 года на Украине. Закон гарантирует беспрепятственный прием выработанной электроэнергии в сеть от малых ГЭС мощностью до 10 МВт, ветровых, фотоэлектрических, геотермальных энергоустановок, а также от установок, работающих на биомассе. В октябре 2012 года утверждены следующие тарифы (Евро-цент/кВтч): для малых ГЭС – 8; для солнечных установок - 48; - для биомассы - 13; для ветростановок 12.

По данным Агентства по энергоэффективности и энергосбережению Украины в результате введения мер стимулирования установленная мощность электростанций на ВИЭ без учета больших ГЭС в конце 2012 г. превысила 0,6 ГВт, хотя ранее этот показатель планировалось достичь только в 2015 году. Годовое производство электроэнергии на таких электростанциях достигнет 1 млрд. кВтч в 2012, а не в 2015-м, как предусмотрено проектом энергостратегии. Прогнозируется, что Украина к 2020 году сможет увеличить долю электроэнергии из ВИЭ в общем объеме производства до 12%, а к 2030 году – до 15%.

Другим распространенным и используемым в 18 странах и в ряде штатов США, Канады и Индии механизмом управления развитием ВИЭ являются так называемые RPS – стандарты или квоты, которые утверждаются правительствами и налагают обязательства на энергетические компании, группы компаний или потребителей энергии обеспечить заданную долю ВИЭ либо по установленной мощности, либо по объему производства или потребления электроэнергии. Так в Израиле в 2011 году был принят закон, предписывающий ввести к 2014 г. в стране 110 МВт автономных энергоустановок на ВИЭ, 800 МВт ветровых установок, 460 МВт крупных солнечных и 210 МВт биогазовых или работающих на отходах сетевых электрогенерирующих систем. Обычно данный «административный» механизм управления сочетается с рыночным механизмом торговли «зелеными сертификатами», обеспечивающим привлечение средств на реализацию проектов.

Следует отметить, что стимулируемое теми или иными методами ускоренное развитие ВИЭ в ряде стран не всегда находит поддержку и населения, и бизнеса. Принимаемые правительствами политические решения часто вызывают недовольство энергетических компаний, вынужденных из-за предусмотренной законами обязательности приема в сеть «дорогой» электроэнергии, выработанной установками на ВИЭ, сокращать производство энергии на более экономичных традиционных электростанциях, а в ряде случаев и полностью закрывать их. Кроме того при значительной доли ВИЭ в генерации энергии (особенно от нестабильных ветровых и солнечных источников) возникают проблемы по обеспечению стабильных параметров качества сетевой электроэнергии (напряжение, частота), что требует дополнительных затрат. Реализация программ

по развитию ВИЭ в конечном итоге приводит и к повышению тарифов на электроэнергию для потребителей, что также не может не вызвать определенного недовольства.

Так, например, в Германии, наиболее интенсивно развивающей ВИЭ, по расчетным данным немецких операторов электрических сетей (German transmission system operators (TSOs)) [6] в 2012 году на потребителей энергии легла дополнительная финансовая нагрузка в объеме 14,1 млрд. Евро, что привело к увеличению тарифа на электроэнергию на 3,53 Евро-цента/кВтч. Для семьи из 3 человек, потребляющей в среднем 3500 кВтч/год, связанные с национальной программой развития ВИЭ дополнительные платежи составили около 124 Евро в год или около 10 Евро в месяц.

Вместе с тем многие страны продолжают проявлять большое внимание развитию ВИЭ и тратят на них немалые средства. Как отмечалось выше, лидерами в практическом освоении ВИЭ являются прежде всего страны Европы, Китай, Индия и некоторые другие, которые сегодня находятся в сильной зависимости от импорта традиционных энергоресурсов из других регионов мира. Для этих стран основной мотивацией развития ВИЭ является стремление повысить свою энергетическую безопасность и снизить зависимость от импорта энергоресурсов в будущем.

Важной причиной развития ВИЭ является также и то, что многие технологии энергетического использования ВИЭ демонстрируют возможность кратного снижения стоимости производства энергии. Так прогресс в развитии технологий производства фотоэлектрических преобразователей привел к снижению стоимости вырабатываемой ими энергии с 1980 года по настоящее время почти в 100 раз, а от ветроустановок – в 10...15 раз (см. рис.1). Важным фактором является создание промышленных производств, себестоимость выпускаемой продукции на которых снижается с ростом объемов производства.

Немаловажной причиной активной государственной поддержки развития ВИЭ в ряде стран является ориентация на экспорт новых технологий и оборудования в другие страны. Этот аргумент признается одним из ключевых при государственной поддержке предприятий в Китае, завоевавшем большую долю мирового рынка фотоэлектрических преобразователей, в Германии и в других странах.

Практическое освоение ВИЭ ведет также к созданию новых рабочих мест, развитию малого и среднего бизнеса и тем самым положительно сказывается на социально-экономических условиях. В 2011 году суммарное количество рабочих мест в области ВИЭ в мире превысило 5 млн, в том числе в странах Евросоюза более 1,1 млн, в США – более 0,5, в Китае – 1,6, в Бразилии – около 0,9 млн.

### **ВИЭ в России**

Россия, безусловно, лучше, чем любая другая страна в мире, в целом обеспечена собственными запасами традиционных топливно-энергетических ресурсов. Однако очевидно, что запасы относительно недорогих нефти и газа небезграничны, на разведку и освоение новых месторождений требуются все возрастающие затраты, и уже сегодня необходимы стратегические разработки, направленные на совершенствование топливно-энергетического баланса, повышение эффективности использования энергетических ресурсов, диверсификацию первичных источников энергии, включая разумное использование возобновляемых источников энергии, и тем самым на укрепление энергетической безопасности страны, ее регионов и отдельных потребителей.

Как уже говорилось, энергетика является сильно инерционным сектором экономики, поэтому технологии, которые могут претендовать на заметное место в энергетике через 30...50 лет, должны разрабатываться и апробироваться уже сегодня.

Важно отметить, что большая часть районов страны, в том числе на юге России, энергодефицитны, нуждаются в завозе топлива и поставке энергии. Для них столь же актуально решение проблемы региональной энергетической безопасности, как и для стран импортеров энергоресурсов. В нашей стране, являющейся газовой державой, газифицировано лишь около 50% городских и около 35% сельских населенных пунктов.



Здесь используются уголь, нефтепродукты, являющиеся источниками локального загрязнения окружающей среды. Участвовавшие природные катаклизмы показали, что в районах централизованного энергоснабжения назрела необходимость развития малой распределенной генерации, решающей проблему повышения надежности энергоснабжения потребителей в небольших населенных пунктах, расположенных в зонах централизованного энергоснабжения, электроснабжение которых сегодня осуществляется через ЛЭП, а теплоснабжение с помощью местных котельных.

Сложившаяся в стране энергетическая ситуация далека от оптимальной и требуется реализация комплекса мер по повышению энергетической безопасности и снижению издержек на энергоснабжение. Значительную положительную роль в решении накопившихся проблем могут и должны сыграть возобновляемые источники энергии.

Ускоренное развитие ВИЭ в России необходимо рассматривать как важный фактор модернизации экономики, в том числе связанной с развитием инновационных производств, разработкой новых инновационных технологий, развитием малого и среднего бизнеса, созданием новых рабочих мест, улучшением социальных условий, улучшением экологии и т.п. Продвижение ВИЭ должно осуществляться в тесной увязке с реализацией мер энергосбережения.

В России впервые целевые индикаторы развития ВИЭ на государственном уровне были обозначены Распоряжением Правительства РФ от 8 января 2009 года № 1-р. Вместе с тем намеченные на прошедшие с того времени годы индикаторы достигнуты не были. В последнее время индикаторы развития ВИЭ фактически были пересмотрены. Согласно госпрограмме "Энергоэффективность и развитие энергетики" [7] до 2020 года в стране должно быть введено 6,2 ГВт генерирующих мощностей на основе ВИЭ, что позволит увеличить долю ВИЭ в энергобалансе страны к 2020 году лишь до 2,5% (вместо 4,5%).

Определенную надежду на то, что ВИЭ начнут более широко использоваться в различных секторах российской экономики дает принятое 28 мая 2013 года Постановление Правительства №449 [8], предусматривающее финансовую поддержку развития ВИЭ. Это Постановление относится лишь к электрогенерирующим объектам возобновляемой энергетики: ветровым, солнечным электростанциям и малым ГЭС мощностью от 5 до 25 МВт, подключенным к электрической сети. Механизм стимулирования основан на компенсации затрат по договорам на продажу мощности (ДПМ) на оптовом рынке электроэнергии и мощности. При этом объем и структура ежегодно вводимых мощностей по видам ВИЭ, а также ценовые параметры ДПМ («формула цены») определяются Правительством, исходя из гарантированного возврата инвестиций в течение 15 лет. Вводятся нормативные уровни капитальных и эксплуатационных затрат, что позволяет контролировать уровень суммарных затрат на поддержку генерации на основе ВИЭ и ограничивать рост тарифов. Отбор проектов по ДПМ ВИЭ будет проводиться по итогам конкурсной процедуры, критерии которой учитывают заявляемые удельные капитальные и эксплуатационные затраты и показатели проекта по локализации производства (использованию отечественного оборудования). Последнее направлено на стимулирование развития отечественного производства оборудования в области ВИЭ.

Установленная мощность объектов ВИЭ, которые должны быть отобраны на конкурсной основе (на год начала поставки), представлена на рис. 7. Там же приведена диаграмма, иллюстрирующая ожидаемые доли вновь введенных ветроустановок, солнечных электростанций и малых ГЭС к 2020 году.

Видно, что к 2020 году должно быть введено около 3,6 ГВт ветростанций, 1,5 ГВт фотоэлектрических энергоустановок и около 0,75 ГВт малых ГЭС. Ожидаемая суммарная мощность всех электростанций на ВИЭ к 2020 году – около 6 ГВт. Первый конкурсный отбор проектов проводится в июле-августе 2013 года.

Важно отметить, что в случае успешной реализации принятых правительственных решений в России должна быть заложена основа для отечественного промышленного

производства многих компонентов оборудования в соответствии с установленными показателями степени локализации по видам объектов ВИЭ на 2014-2017 год (Таблица 2). Так к 2017 году 65% оборудования ВЭС, 70% СЭС и 45% МГЭС должны будут производиться в России.

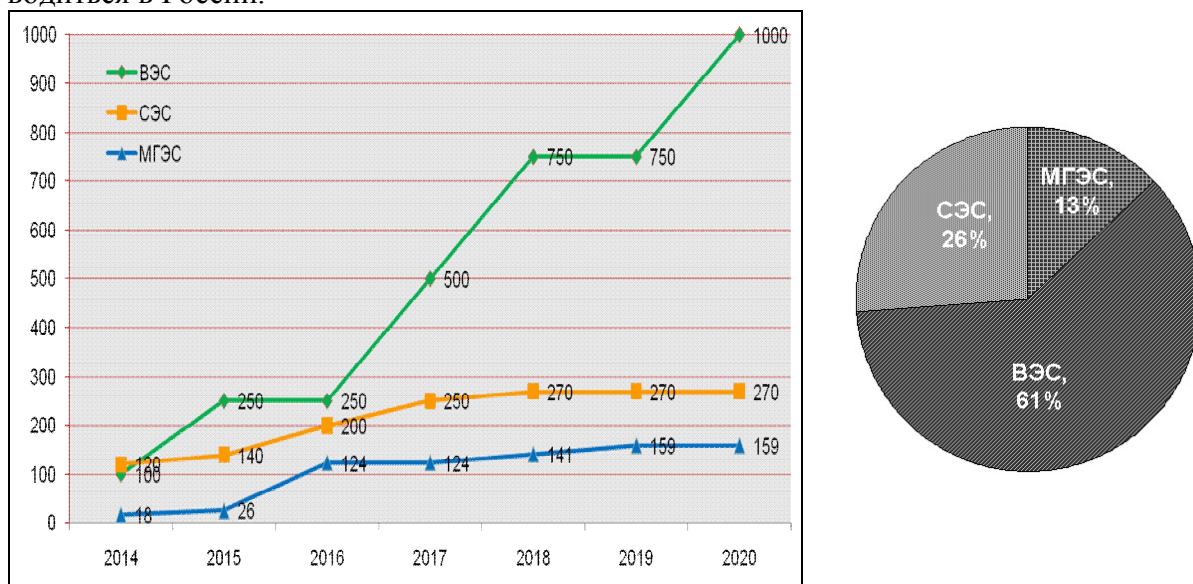


Рис. 7. Установленная мощность вводимых объектов ВИЭ для конкурсного отбора, (МВт) и структура генерирующих мощностей энергоустановок на ВИЭ, планируемая на 2020 г.

Таблица 2. Степени локализации по видам объектов ВИЭ на 2014...2017 год

Вид объекта / год	2014	2015	2016	2017
ВЭС	35%	55%	65%	65%
СЭС	50%	50%	70%	70%
МГЭС	20%	20%	45%	45%

Особенности энергетической обстановки в России накладывают специфические требования к формированию программ освоения возобновляемых источников энергии. Наряду с развитием технологий использования ВИЭ в составе систем централизованного энергоснабжения, что является приоритетным для упомянутых ранее развитых стран и обещает наиболее масштабное освоение ВИЭ в России, необходимо в первую очередь обратить внимание на разработку и создание систем автономного электро- и тепло-снабжения потребителей, развитие малой распределенной энергетики. Именно в этой сфере энергоустановки на ВИЭ уже сегодня в ряде случаев оказываются конкурентоспособными и могут обеспечить положительный экономический, социальный и экологический эффекты. Вместе с тем и в этой области также требуется проведение стимулирующей государственной политики, формирование которой в России пока еще находится в зачаточной стадии. Очевидно, что развитие автономной и распределенной энергетики с использованием ВИЭ во многом будет определяться инициативой региональных и местных властей, а также частного бизнеса. Большое значение имеет и готовность научных и проектных организаций предложить эффективные технические решения по практическому использованию ВИЭ в различных секторах экономики.

Мы надеемся, что все эти актуальные вопросы развития возобновляемой энергетики будут детально обсуждены на Первом Международном форуме «Возобновляемая энергетика: пути повышения энергетической и экономической эффективности» (REENFOR-2013) [9] с участием широкого спектра научных организаций, заинтересованных министерств и ведомств, представителей законодательной власти и бизнеса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фортов В.Е., Макаров А.А. Направления инновационного развития энергетики мира и России // Успехи физических наук, 2009, т. 168, №11, СС. 5-19.
2. Рамочная конвенция Организации объединенных наций об изменении климата <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convru.pdf>.
3. Douglas J. Arent, Alison Wise, Rachel Gelman. The status and prospects of renewable energy for combating global warming // Energy Economics, Volume 33, Issue 4, July 2011, Pages 584–593.
4. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 168 с.
5. Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. [www.ren21.net](http://www.ren21.net).
6. German Energy Blog 2012 EEG Surcharge Increases Slightly to 3.592 ct/kWh // <http://www.germanenergyblog.de/?p=7526>.
7. Государственная программа Российской Федерации "Энергоэффективность и развитие энергетики" / <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/afc/>.
8. Постановление от 28 мая 2013 г. N 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности / <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=146916>.
9. Первый Международный форум «Возобновляемая энергетика: пути повышения энергетической и экономической эффективности» (REENFOR-2013) / [www.reenfor.org/](http://www.reenfor.org/).