

# ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ЕВРОПЕ И МИРЕ

В последние десятилетия мировая экономика прирастает в том числе за счет интенсивного экономического развития стран Азии, Африки, Латинской Америки, что влечет за собой существенное увеличение потребности в энергии, прежде всего электрической и тепловой, необходимой для отопления жилых и производственных зданий, обеспечения работы промышленных, сельскохозяйственных и других объектов. То есть растущая экономика мира порождает растущий спрос на энергоресурсы. И эта тенденция становится определяющей для расширения использования возобновляемых энергоресурсов в Европе и мире.



**В.И. ЗУЙ, д.г.-м.н., профессор,  
главный научный сотрудник  
ГП «НПЦ по геологии»**

В последние десятилетия на путь интенсивного экономического развития вступили либо вступают многие страны Азии, Африки, Латинской Америки. Их растущая экономика требует развития промышленности и инфраструктуры, механизации сельскохозяйственного производства, что, в свою очередь, связано с растущим спросом на энергоресурсы, в том числе для обеспечения зданий и сооружений промышленного и жилищного секторов теплом. Например, в Европе расход энергии на отопление составляет 47 % от общего ее потребления [12]. В странах с жарким климатом энергоресурсы используются для хладоснабжения, включая кондиционирование промышленных, служебных и жилых помещений. К этому следует добавить широкий диапазон различных производственных процессов, осуществление которых невозможно без электрической и тепловой энергии. Другими словами, спрос на энергию в развитых и развивающихся странах неуклонно увеличивается.

В то же время в странах Запада общее потребление энергии за период с 2006 по 2012 год сократилось на 8 %. Главными потребителями энергии в ЕС были пять стран: Германия (319 млн т у.т.), Франция (258), Великобритания (202), Италия (163) и Испания (127), а наиболее крупными ее производителями – Франция, Германия, Великобритания, Польша и Нидерланды, которые произвели 64 % от общей выработки энергии в странах Евросоюза [14]. Суммарная же выработка энергии в 2012 году в Евросоюзе приблизилась к 794 млн т у.т.

Несмотря на некоторое сокращение потребления энергии странами Запада, по данным Норвежской государственной нефтяной компании Statoil, мировое потребление энергии к 2040 году возрастет почти на 40 %, при том что численность населения планеты приблизится к 9 млрд человек.

## Основные энергоносители

Основными энергоносителями в мире на сегодняшний день остаются нефть и нефтепродукты, природный газ, каменный уголь, а в аграрных странах – и древесное топливо (рис. 1).

Хотя газ и рассматривается как топливо будущего, в ближайшие годы нефть по-прежнему будет играть значительную роль в энергетическом балансе мира. Согласно прогнозам специалистов мировой спрос на этот энергоресурс к 2030 году достигнет пика – около 100 млн баррелей в день, при этом природный газ и ВИЭ будут занимать все большую долю в структуре потребления энергоресурсов.

Прогнозируется, что к 2040 году доля ископаемого топлива в мировом энергобалансе снизится с 81 до 73 % [2], а рост мирового спроса на энергию замедлится.

Поскольку импорт газа Европе обходится дорого, то рассматриваются варианты строительства нескольких электростанций на угле и природном газе общей мощностью 10,7 ГВт и 1,7 ГВт соответственно. Стоимость выработки электроэнергии на угле равна немногим более 16 €/МВт·ч, это дешевле, чем использование импортируемого природного газа. По этой причине энергетические компании E.ON (Германия) и Statkraft (Норвегия) предлагают закрыть несколько электростанций на газе, однако многое будет зависеть от колебания цен на голубое топливо в ближайшие годы [8].

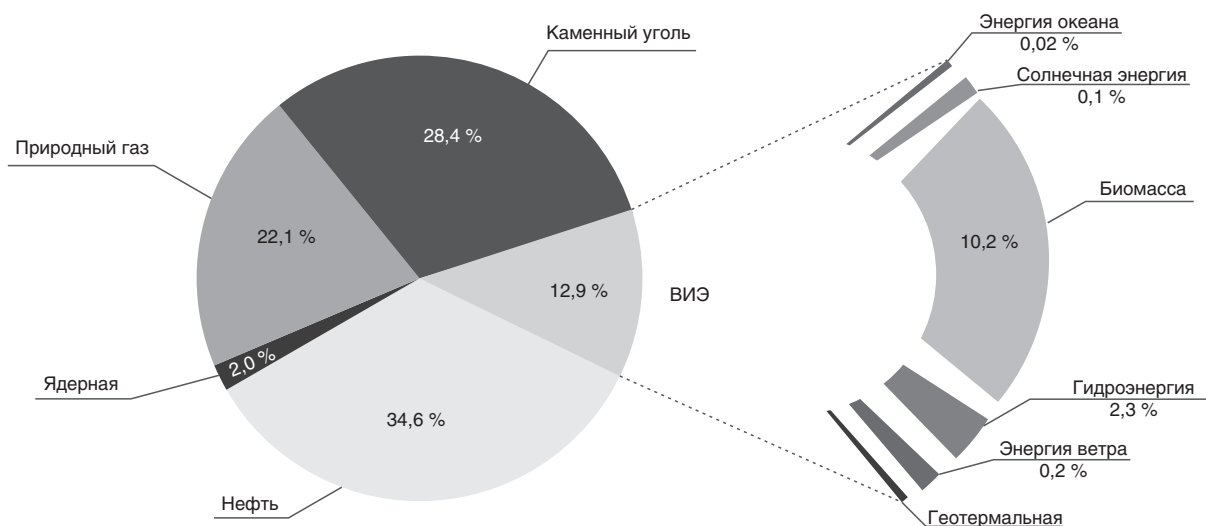


Рис. 1. Соотношение источников выработки энергии в мире [2].

В связи с нестабильностью поставок газа в Западную Европу через Украину некоторые страны Европейского экономического сообщества изучают возможности использования нетрадиционных источников энергии. В частности, Великобритания уже начала поиск и разведку месторождений сланцевого газа. По мнению английских геологов, его ресурсов достаточно для удовлетворения спроса страны на несколько предстоящих столетий. К тому же, в стране есть специалисты в сфере добычи этого природного ископаемого, например фирма Cuadrilla, имеющая опыт гидроразрыва пластов в Ланкашире. Все это позволяет предполагать, что в течение 2–3 лет после начала работ по добыче сланцевого газа в Британии он станет окупаемым, а через 8 лет можно будет начать коммерческую добычу этого газа.

На разных стадиях рассмотрения этот вопрос находится и в других странах Европы (Польша, Франция, Германия, Украина и др.).

### Проблема парниковых газов и возможности возобновляемой энергетики

Проблема роста выбросов в воздушный бассейн парникового углекислого газа из-за использования ископаемых видов минерального топлива для выработки энергии остается актуальной. Согласно данным Администрации US EIA (Energy Information Administration), занимающейся подготовкой статистики для Правительства США, только за период с 1992 по 2010 год объем выбросов CO<sub>2</sub> увеличился на 48 % и к 2010 году достиг 31,8 млрд м<sup>3</sup> [3].

На сегодня наибольшее количество углекислого газа выбрасывается в атмосферу в Китае: начиная с 1992 года объем выбросов в стране увеличился на 240 % и составил 1/4 от мирового. Продолжается рост выбросов CO<sub>2</sub> и в США, несмотря на переход от каменного угля к сланцевому газу, а также в странах Африки и Юго-Восточной Азии, ставших на

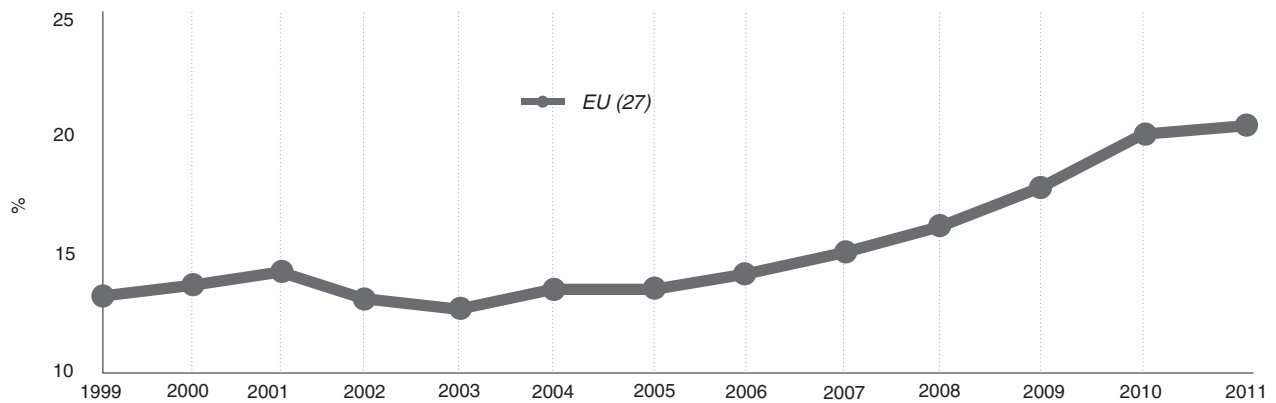
путь интенсивного промышленно-экономического развития.

К наибольшему загрязнению окружающей среды приводит сжигание каменного угля. Надо отметить, что из стран Евросоюза наиболее активно его использует Польша: в настоящее время около 90 % выработки электроэнергии в этой стране осуществляется за счет угля. В целях выполнения требований Евросоюза по снижению выбросов углекислого газа в атмосферу Польша планирует к 2020 году увеличить объем электроэнергии, производимой на основе возобновляемых энергоресурсов, как минимум до 15 % от общего потребления. Для решения этой задачи понадобится увеличить инвестиции в возобновляемую энергетику до 7,5–11,5 млрд злотых (\$ 2,5–3,8 млрд) ежегодно [15].

Первой страной Евросоюза, решившей отказаться от использования угля для выработки энергии к 2025 году, стала Финляндия. В стране решено сделать упор на инвестиции в возобновляемую энергетику с применением льготирования за счет правительственных субсидий и такс. Уже в первой половине 2012 года импорт угля в республику сократился на 39 % по сравнению с предыдущим годом [6]. В настоящее время Финляндия импортирует около 5 млн т угля из России и Польши.

В Евросоюзе видят решение проблемы в дальнейшем развитии возобновляемой энергетики. Здесь поставлена задача к 2020 году снизить выбросы CO<sub>2</sub> на 20 % по сравнению с уровнем 1992 года, увеличить на 20 % долю возобновляемых источников в энергобалансе к уровню 1990-х годов и повысить на 20 % к уровню 2005 года эффективность использования энергии (так называемый «план 20–20–20»).

Германия поставила задачу к 2020 году снизить выброс парниковых газов на 40 % к уровню 1990 года за счет использования возобновляемых энергоресурсов. Прогнозируется, что уже в ближайшие годы на основе ВИЭ в стране будет вырабатываться около 35 % энергии от общей потребности [3].



**Рис. 2. Выработка электроэнергии с использованием возобновляемых энергоресурсов в странах ЕЭС [14]**

Следует отметить, что в последние годы и Китай активно включился в освоение возобновляемых энергоресурсов, в частности здесь налажено массовое производство солнечных панелей и происходит активное развитие солнечной, ветровой и геотермальной энергетики.

Эксперты считают, что США к 2050 году могут обеспечить около 80 % своей потребности в электроэнергии за счет использования ветровой, солнечной, геотермальной энергии, а также энергии волн, что позволит значительно снизить выбросы парниковых газов в атмосферу [2]. Для достижения этой цели потребуются строительство в стране ветрогенераторов суммарной мощностью 439 ГВт (в настоящее время общая мощность ветроустановок, функционирующих на территории США, составляет 50 ГВт) либо ежегодный прирост этой мощности на 10 ГВт (2500–3000 турбин). Эксперты считают, что реальным для страны является достижение 50 % выработки электроэнергии за счет возобновляемых энергоресурсов к 2050 году.

В странах Евросоюза также наблюдается устойчивая тенденция постоянного роста объема электроэнергии, вырабатываемой на ВИЭ (рис. 2).

### Гелиоэнергетика

Лидирующее положение в использовании энергии солнца среди стран Евросоюза занимает Германия. По состоянию на май 2012 года за счет применения солнечных батарей доля выработки электроэнергии в стране была увеличена на 10 % от ее суммарного потребления в стране. По данным Немецкой Ассоциации солнечной промышленности (BSV) в этом же году в Германии было установлено 1,3 млн систем с солнечными батареями, что позволило обеспечить прирост выработки энергии приблизительно на 40–45 % по отношению к маю 2011 года. С января по май 2012 года объем производства «солнечной» электроэнергии составил 10,5 млрд кВт·ч (за аналогичный период 2011 года – 7,6 млрд кВт·ч). Такой стремительный

темп прироста был вызван расширением сети солнечных батарей и обилием солнечных дней в мае 2012 года [1, 11].

За последующие три года Германия увеличила объем производства «солнечной» электроэнергии в 4 раза, при этом цены на нее возросли с 3,6 (январь 2013 года) до 5,3 евроцента (на текущий момент 2014 года) за 1 кВт·ч. По данным BSV в настоящее время гелиоэнергетика покрывает 5 % общего потребления электроэнергии в стране. Планируется, что к 2020 году эта доля возрастет до 10 %, а к 2030 году – до 20 %.

В течение первых недель июня 2014 года в Германии было достигнуто максимум выработки электроэнергии солнечными панелями – 1,26 ТВт·ч, а 8–9 июня в полуденное время было выработано 23,1 ГВт·ч, что эквивалентно 50,6 % от всей потребности страны.

Такие значительные показатели были получены не столько за счет строительства больших гелиоустановок, сколько в связи с широким использованием энергии солнца населением. Около 90 % солнечных панелей в Германии смонтированы на крышах частных домов [12].

Страной, активно наращивающей использование солнечных панелей для выработки электроэнергии, является Италия. Так, в течение января–июля 2013 года в этой стране гелиоустановками было произведено около 13,8 ГВт·ч. «Солнечная» электроэнергия составила 7,3 % от всей электроэнергии, производимой в стране с использованием возобновляемых источников, что позволило гелиоэнергетике выйти на второе место среди других видов возобновляемой энергетики. Для сравнения отметим, что за первые 7 месяцев 2013 года гидроэлектростанциями Италии выработано 32,922 ГВт·ч, ветроустановками – 9,666 ГВт·ч, геотермальными установками – 3,061 ГВт·ч. За тот же период традиционными электростанциями произведено 104,668 ГВт·ч электроэнергии, тогда как за счет ВИЭ получено в сумме 59,459 ГВт·ч. Это является хорошим примером освоения возобновляемых энергоресурсов для других стран [2].

Активно использует энергию солнца и Греция. За последние 4 года производство электроэнергии в стране выросло в 20 раз – до 3,6 ГВт·ч в 2013 году – главным образом вследствие субсидий в солнечную энергетику, при этом ставится цель превратить страну в основной источник солнечной энергии в Европе [4].

### Ветроэнергетика

Согласно исследованиям, проведенным М. Джекобсоном (Mark Z. Jacobson) и К. Арчер (Cristina Archer), потенциал ветра огромен. Строительство 4 млн турбин на высоте 100 м от земной поверхности при мощности каждой 5 МВт позволит выработать 7,5 ТВт, что достаточно для покрытия половины мирового спроса на электроэнергию в 2030 году [6].

В сентябре 2012 года Европейская Ассоциация по энергии ветра (EWEA) сообщила о том, что суммарная мощность всех ветрогенераторных установок в Евросоюзе достигла 100 ГВт, что позволяет обеспечить электроэнергией около 57 млн семейных домов. Выработка такого количества электроэнергии потребовала бы сжигания 72 млн т каменного угля или 42,4 млн м<sup>3</sup> природного газа, что привело бы к выбросу в атмосферу более 200 или около 100 млн т CO<sub>2</sub> соответственно.

Европе потребовалось 20 лет для того, чтобы нарастить первые 10 ГВт мощности ветроэнергетики, и всего 13 лет, чтобы добавить к ним еще 90 ГВт. Надо отметить, что половина действующих ветроустановок была построена за последние 6–7 лет, а за последние 30 лет общая мощность ветроустановок возросла в 400 раз.

В значительной мере решить проблемы энергообеспечения ряда стран (Англия, Дания, Швеция, Германия, Ирландия) может позволить освоение шельфовых ветроэнергетических ресурсов. Европа является лидером по использованию шельфовых ветрогенераторов. На ее территории размещены 99 % от действующих в мире установок такого вида. Следует отметить, что если ВЭУ, установленные на суше, могут эффективно вырабатывать электроэнергию почти

четверть года, то такие же установки на шельфе – около 150 суток.

Специалисты EWEA прогнозируют, что мощность ветротурбин, установленных в прибрежной части акваторий, может возрасти с 4 ГВт в настоящее время до 150 ГВт к 2030 году, что позволит покрыть около 14 % потребности ЕЭС в электроэнергии. Это потребует инвестиций в € 10,4 млрд до 2020 года и их увеличения до € 17 млрд к 2030 году, что даст возможность уже к 2020 году поднять установленную мощность ветрогенераторов до 40 ГВт.

В настоящее время на шельфе морей Великобритании, Германии и Бельгии сооружаются ветроустановки суммарной мощностью 5,6 ГВт [4]. Крупнейшими из действующих оффшорных ветропарков являются:

- морской ветропарк Грейт Габбард (500 МВт), Великобритания;
- оффшорный ветропарк Anholt (400 МВт), Дания;
- ветропарк Linovo (48 МВт), Польша;
- ветростанция в н.п. Ausumgaard (12 МВт), Дания;
- ветропарк на острове Крит (7,2 МВт), Греция.

Основной тенденцией современного развития ветроэнергетики является непрерывное увеличение электрической мощности создаваемых ветроустановок. Так, наибольшая проектная мощность каждой турбины ветропарка, сооружаемого в Восточной Англии на шельфе недалеко от Саффолка (Suffolk), составляет 1,2 МВт. Ветропарк будет введен в эксплуатацию в 2018–2019 годах и станет самым большим в мире. Он будет оснащен 240 ветрогенераторами и рассчитан на электроснабжение приблизительно 820 тыс. домовладений. Этот энергообъект позволит обеспечить работой 2900 чел. и принесет в экономику Великобритании более 520 млн фунтов (около \$ 873 млн).

### Геотермальная энергия

Наиболее полная сводка по использованию геотермальной энергии в мире содержится в источнике: Goldstein et al., 2011. Уже в 2007 году в мире действовало около 1,6 млн геотермальных установок, и их ко-

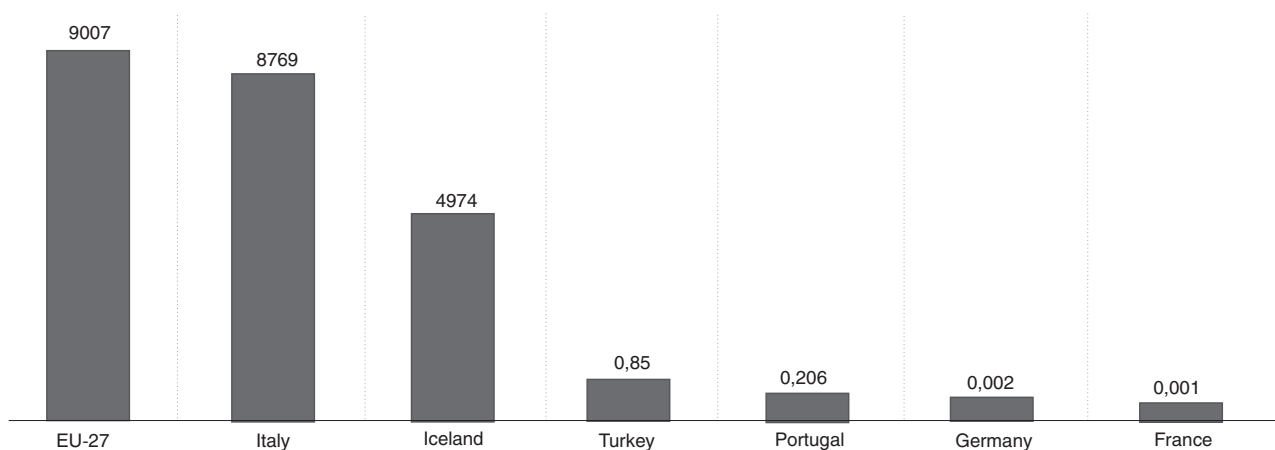


Рис. 3. Выработка «геотермальной» электроэнергии (млрд кВт·ч) в 2012 году в ведущих странах Европы [17].

личество продолжает расти. К 2008 году установленная мощность геотермальных станций и установок в мире достигла 40 ГВт.

Наиболее высокой выработки «геотермальной» электроэнергии достигла итальянская компания Enel Green Power (EGP), которая в 2013 году произвела 5,301 ГВт·ч. Этого достаточно для покрытия годовой потребности в электроэнергии более 2 млн итальянских семей. EGP эксплуатирует большую группу геотермальных электростанций с 34 блоками и производит более 5 ТВт·ч электроэнергии в год. Сейчас эта компания работает в 16 странах Европы, Северной и Южной Америки. Кроме того она производит 67 ГВт·ч энергии за счет ветроустановок.

Краткие сведения о выработке электроэнергии в ведущих странах Европы за счет подземного тепла приведены на рис. 3.

К 2010 году прямое использование геотермальных ресурсов (отопление, горячее водоснабжение, все виды сушки, плавательные бассейны с подогреваемой водой и т.п.) уже было освоено в 78 странах мира при суммарной инсталлированной мощности геотермальных установок до 50 ГВт. К 2015 году ожидается увеличение мощностей по выработке тепла до 250 ТВт/год. При этом около 30 % от этого количества придется на теплонасосные установки. Ежегодно их инсталлированная тепловая мощность увеличивается приблизительно на 12 %.

Масштабы использования подземного тепла в странах Евросоюза существенно различаются. Наибольших успехов, помимо Италии, добились Германия, Франция, Австрия и Нидерланды, где в ближайшие годы планируется быстрый рост освоения этого природного источника тепла, тогда как сравнительно невысокими остаются темпы освоения этого природного ресурса в Болгарии, Бельгии, Румынии, Великобритании.

## Заключение

Выбросы в атмосферу огромного количества углекислого газа привели к ощутимому развитию парникового эффекта на планете. В связи с этим за последние десятилетия в ряде стран мира наметилась устойчивая тенденция освоения возобновляемых источников энергии – ветра, солнца, морских волн, приливов и отливов, подземного тепла, а также биомассы, использование которых не приводит к загрязнению воздушного бассейна.

В настоящее время доля возобновляемых энергоисточников в мировом энергетическом балансе продолжает расти. Согласно докладу Евростата (Eurostat) от 17 февраля 2014 года объем выработки электроэнергии на основе ВИЭ почти сравнялся с объемом электроэнергии, генерируемой в странах Евросоюза атомными станциями. Для сравнения, в 2012 году атомные станции покрывали 29 % потребности в энергии, возобновляемые источники – 22 %, энергообъекты, использующие твердое топливо, природный газ и нефть – 21 %, 17 % и 10 % соответственно.

К концу 2013 года суммарная инсталлированная мощность возобновляемых источников, главным обра-

зом солнечных панелей и ветроустановок на шельфе Германии, Испании, Великобритании, Франции, Италии и северных стран, увеличилась до 290 ГВт (с 205 ГВт в 2009 году), что эквивалентно мощности почти 300 стандартных атомных электростанций Европы [8].

### Список литературы

1. *Energymarketprice*, 2012a = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9066&trydf=>. Accessed 14.06.2012.
2. *Energymarketprice*, 2012b = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9154&trydf=>. Accessed 22.06.2012.
3. *Energymarketprice*, 2012c = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9202&trydf=>. Accessed 30.06.2012.
4. *Energymarketprice*, 2012d = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=7409&trydf=roo> Accessed 06.2012.
5. *Energymarketprice*, 2012e = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9981&trydf=>. Accessed 8.09.2012.
6. *Energymarketprice*, 2012f = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9824&trydf=>. Accessed on 11.09.2012.
7. *Energymarketprice*, 2012g = <http://www.energymarketprice.com/Admin/ETMassMail.asp?Command=ViewMMail&MailID=1555> Accessed on 1.10.2012.
8. [*Energymarketprice*, 2012h] = <http://www.energymarketprice.com/Admin/ETMassMail.asp?Command=ViewMMail&MailID=1560/> Accessed 3.10.2012.
9. *Energymarketprice*, 2012i = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?Command=NewsLetter&ID=9352&trydf=>. Accessed 18.07.2012.
10. *Energymarketprice*, 2012j = <http://news.tut.by/economics/295934.html>. Accessed on 22nd June 2012.
11. *Energymarketprice*, 2013a = <http://www.energymarketprice.com/Admin/ETMassMail.asp?Command=ViewMMail&MailID=1707>. Accessed 4.01.2013.
12. *Energymarketprice*, 2014a = <http://www.energymarketprice.com/SitePage.asp?act=NewsDetails&newsId=15110&trydf=zui@igig.org.by>. Accessed 4.07.2014.
13. *Energymarketprice*, 2014b = [www.energymarketprice.com](http://www.energymarketprice.com). Accessed 22.05.2014.
14. *Energymarketprice*, 2014c = <http://www.energymarketprice.com>. Accessed 09.04.2014.
15. *Energymarketprice*, 2014d = <http://www.energymarketprice.com>. Accessed 10.03.2014.
16. *Energymarketprice*, 2014e = <http://www.energymarketprice.com>. Accessed 18.02.2014.
17. [*Energymarketprice*, 2014f] = [www.energymarketprice.com](http://www.energymarketprice.com). 13.02.2014.
18. Goldstein, B., G. Hiriart, R. Bertani, C. Bromley, L. Gutiérrez-Negrin, E. Huenges, H. Muraoka, A. Ragnarsson, J. Tester, V. Zui. *Geothermal Energy*. In *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2011. pp. 572 – 621.
19. *Greenpowerconferences*, 2012 = <http://www.greenpowerconferences.com/EF/?sSubSystem=Prospectus&sEventCode=GE1212HU&sSessionID=da3f3417228fcc145dcd4e36e07a32a5-10904836>. Accessed 26.06.2012.
20. *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2011.